

VERHANDLUNGEN

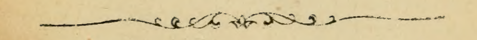
DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

IN

BASEL.

FÜNFTER BAND.



BASEL.

SCHWEIGHAUSERISCHE VERLAGS-BUCHHANDLUNG.

1873.

INHALT.

Verhandlungen

der

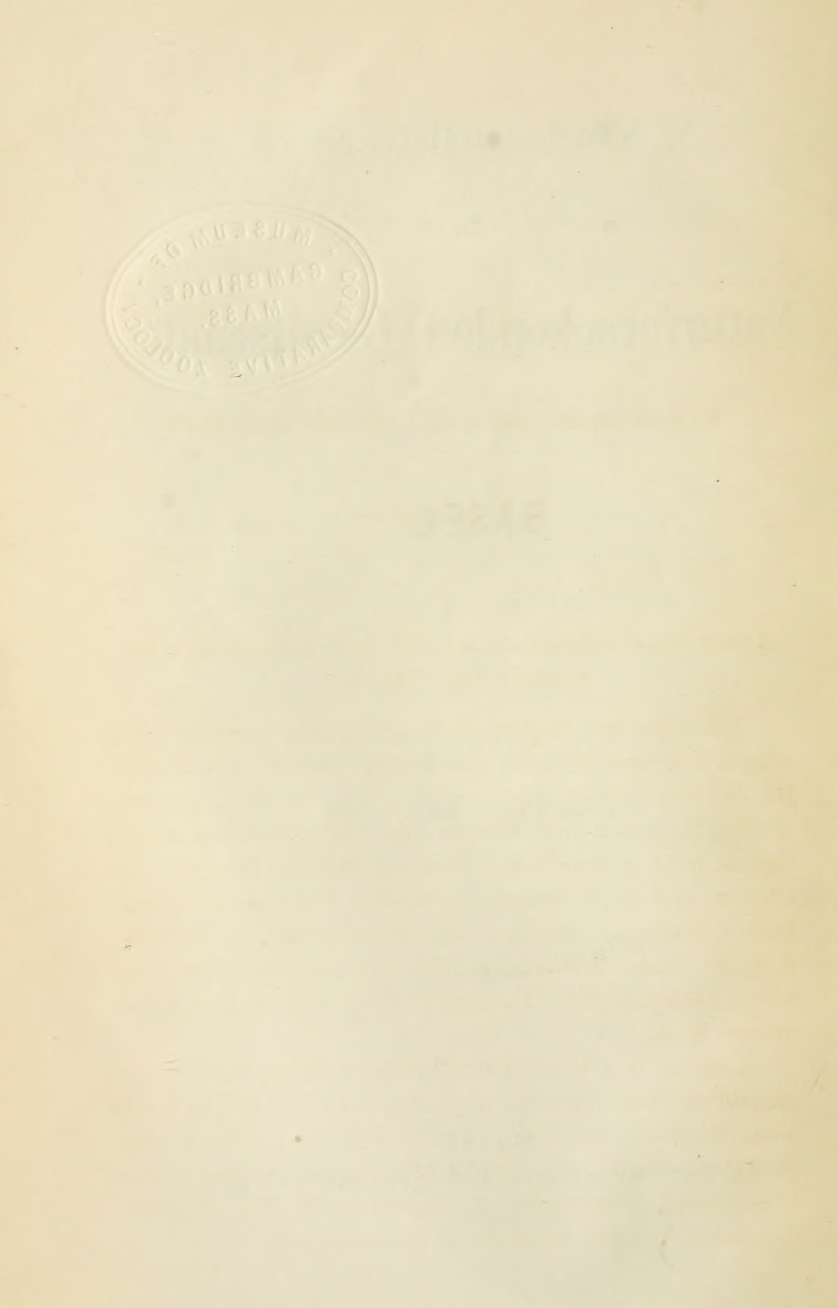
Naturforschenden Gesellschaft

in

BASEL.

Fünfter Theil. Erstes Heft.

Basel.
Schweighauserische Verlagsbuchhandlung.
1868.



CHEMIE.

Mittheilungen vom Juli 1867 bis Juli 1868

von

C. F. Schoenbein.

I.

Ueber das Vorkommen des thätigen Sauerstoffes in organischen Materien.

Ich habe vor einiger Zeit zu zeigen versucht (man sehe die Verhandlungen der Basler naturf. Gesellschaft Bd. IV Seite 799), dass auch organische Materien oxidirende Agentien sein können und namentlich das durch (freies oder gebundenes) Ozon gebläuete Guajak, das Chinon und noch andere organische Substanzen Sauerstoff enthalten, welcher auf eine Anzahl oxidirbarer Körper: Zink, schweflichte Säure, Eisenoxidulsalze, Brasilin, Hämatoxylin, Pyrogallussäure u. s. w. sich überführen lässt.

Da nun das Vorkommen thätigen Sauerstoffs in organischen Materien eine physiologische Wichtigkeit und namentlich zu der thierischen Respiration nahe Bezüge zu haben scheint, so dürfte die Angabe einiger diesen Gegenstand betreffenden Thatsachen für den physiologischen Chemiker nicht ohne Interesse sein.

In einer vor mehreren Jahren von mir veröffentlichten Abhandlung „Ueber die katalytische Wirksamkeit organischer Materien u. s. w." ist auf die beachtenswerthe Thatsache aufmerksam gemacht worden, dass durch die ganze Pflanzen- und Thierwelt Substanzen verbreitet sind mit dem Vermögen begabt, nach Art des Platins das Wasserstoffsuperoxid zu zerlegen und dass überdiess viele dieser Materien auch noch die Fähigkeit besitzen, dem unthätigen Sauerstoff eine ozonartige Wirksamkeit zu ertheilen d. h. ihn zu befähigen, mit Körpern sich zu verbinden, gegen welche derselbe in seinem gewöhnlichen Zustande sich unthätig verhält.

Da der gewöhnliche Sauerstoff keine Wirkung auf das in Weingeist gelöste Guajak hervorbringt, der ozonisirte dagegen auch in seinem gebundenen Zustande (wie z. B. in PbO_2, Mn_2O_7 u. s. w.) mit dem Harz eine tiefblaue Verbindung eingeht, so dient die Guajaktinctur als bequemes Mittel, den chemisch erregenden (ozonisirenden) Einfluss unorganischer und organischer Materien auf den gewöhnlichen Sauerstoff augenfällig zu machen.

In der vorhin erwähnten Abhandlung ist angegeben, dass die frischen Blätter, Stiele und Wurzeln von Leontodon taraxacum u. s. w., bei Anwesenheit von atmosphärischer Luft mit Wasser zusammengestossen, eine die Guajaktinctur sofort tief bläuende Flüssigkeit liefern, zu welchem Versuche am besten die Blätter sich eignen, mit etwa der fünffachen Menge destillirten Wassers einige Minuten lang zusammengestampft. Da die vom Parenchym abfiltrirte licht gelb gefärbte Flüssigkeit die Guajaktinctur augenblicklich bis zur Undurchsichtigkeit tief zu bläuen vermag, so zeigt dieses Verhalten allein schon die Anwesenheit merklicher Mengen thätigen Sauerstoffes im Wasser an, auf welche Anwesenheit aber auch

noch aus folgenden Thatsachen geschlossen werden kann. Kleine Mengen schweflichter Säure, Eisenvitriollösung, Pyrogallussäure, Brasilin, Hämatoxylin und Anilin heben die Fähigkeit des besagten Wassers, die Guajaktinctur zu bläuen oder irgend eine andere Oxidationswirkung hervorzubringen, augenblicklich auf, selbstverständlich desshalb, weil die genannten Substanzen ihrer Ozongierigkeit halber der Flüssigkeit den darin enthaltenen beweglichen oder thätigen Sauerstoff sofort entziehen. Es geht diess deutlichst daraus hervor, dass die Versuchsflüssigkeit durch Pyrogallussäure sofort gebräunt, durch Hämatoxylin geröthet und durch Brasilin stark fluorescirend wird, lauter Wirkungen, welche meinen neulichen Mittheilungen gemäss auch durch die Superoxide des Mangans, Bleies u. s. w., durch Chinon und andere Ozonide hervorgebracht werden.

Wie diess bei der gebläueten Guajaktinctur, der wässrigen Chinonlösung und andern organischen Materien, welche beweglich thätigen Sauerstoff enthalten, der Fall ist, so verschwindet auch der in dem mit Leontodon u. s. w. behandelten Wasser vorhandene thätige Sauerstoff schon im Laufe weniger Stunden von selbst und zwar unter Bräunung der ursprünglich gelblichen Flüssigkeit, so dass Letztere dann die Guajaktinctur nicht mehr zu bläuen oder irgend eine andere oxidirende Wirkung hervorzubringen vermag, bei welchem Anlass nicht unbemerkt bleiben darf, dass, alles Uebrige sonst gleich, das Verschwinden dieses Sauerstoffes im unmittelbaren Sonnenlicht ungleich rascher als in der Dunkelheit erfolgt. Bei einem Versuche dieser Art bläuete die nur zehn Minuten lang von der Sonne beschienene Flüssigkeit die Harzlösung nicht mehr, während ein im Dunkeln gehaltener Theil der gleichen Flüssigkeit die Tinctur nach drei Stunden noch augenfälligst zu bläuen vermochte.

Meinen frühern Mittheilungen gemäss wirkt in gleicher Weise das Sonnenlicht auch auf den in der gebläueten Guajaktinctur, der wässrigen Chinonlösung u. s. w. enthaltenen thätigen Sauerstoff ein, wie sich überhaupt sagen lässt, dass durch das Licht die chemische Thätigkeit jenes Grundstoffes gesteigert werde. Noch viel rascher als das Licht hebt die Wärme das oxidirende Vermögen unserer Flüssigkeit auf, wie man daraus abnehmen kann, dass Letztere noch nicht ganz bis zum Sieden erhitzt, die Fähigkeit die Guajaktinctur zu bläuen, nicht mehr zeigt. Eben so rasch bringen schon kleine Mengen sämmtlicher alkalischer Oxide den thätigen Sauerstoff der Flüssigkeit zum Verschwinden, welches Verhalten sie gleichfalls mit der gebläueten Guajaktinctur, der wässrigen Chinonlösung u. s. w. gemein hat und darauf beruhet, dass diese kräftigen Basen den vorhandenen beweglichen Sauerstoff bestimmen, rasch auf die mit ihm vergesellschafteten organischen Materien oxidirend einzuwirken.

Nicht unerwähnt will ich die Thatsache lassen, dass das Wasserstoffsuperoxid wie eine reducirende Substanz zu dem mit Leontodon u. s. w. behandelten Wasser sich verhält, d. h. dessen oxidirendes Vermögen ziemlich rasch zerstört, unter noch sichtlicher Entbindung von O, welche Wirkungsweise wenig auffallen kann, da bekannt ist, dass HO_2 einer Reihe ozonidischer Verbindungen: PbO_2, Mn_2O_7 u. s. w. ihren thätigen Sauerstoff zu entziehen vermag, während es selbst zu Wasser reducirt wird. Wendet man bei diesem Versuche keinen Ueberschuss von HO_2 an, so lässt sich bald davon selbst mittelst der empfindlichsten Reagentien keine Spur mehr nachweisen. Ich will noch beifügen, dass wie das Leontodon so auch noch eine Unzahl verschiedenartigster Pflanzen sich verhalten, unter welchen viele Syngenesisten ganz besonders

sich auszeichnen, wie z. B. Lactuca sativa, Senecio vulgaris u. s. w. [1]) Es fragt sich nun, woher der thätige Sauerstoff des mit Leontodon u. s. w. behandelten Wassers stamme. Wäre derselbe schon in der Pflanze vorhanden, so müsste die Guajaktinctur, unter welcher man die Blätter, Stiele, Wurzeln u. s. w. des Leontodon zerquetschte, auch sofort sich bläuen, was in Wirklichkeit nicht geschieht, wie man hievon durch den Versuch leicht sich überzeugen kann. Wird aber die unter der Harzlösung zerstossene Wurzel u. s. w. in Berührung mit atmosphärischer Luft oder reinem Sauerstoffgas gebracht, so bläuet sie sich bald, wie bekanntlich diese Färbung auch eintritt beim Benetzen einer Scheibe der frischen Wurzel des Leontodon und vieler andern Pflanzen mit Guajaktinctur. Der fragliche thätige Sauerstoff kann daher nur aus der atmosphärischen Luft stammen, aus welcher ihn das Wasser während des Zerstampfens der Pflanze aufnimmt. Da aber der atmosphärische Sauerstoff im unthätigen Zustande sich befindet und desshalb reines Wasser, wenn es davon auch noch so viel enthielte, die Guajaktinctur nicht zu bläuen vermöchte, so muss der aufgenommene Sauerstoff durch eine im Leontodon u. s. w. enthaltene Materie erst thätig gemacht werden, mit welcher selbst oder einer andern vorhandenen Substanz er zu einem Ozonid sich vergesellschaftet, von dem derselbe erwähntermaassen auf eine Reihe oxidirbarer Körper sich übertragen lässt.

Die organische Materie des Leontodon u. s. w., welche den atmosphärischen Sauerstoff in den thätigen

---

[1]) Auch die getrockneten Blätter des Leontodon u. s. w., mit Wasser zusammengestampft, liefern eine die Guajaktinctur tief bläuende Flüssigkeit.

Zustand versetzt, ist höchst wahrscheinlich die gleiche, der die Fähigkeit zukommt, das Wasserstoffsuperoxid nach Art des Platins zu zerlegen, von welchem Metalle bekannt ist, dass es neben diesem katalytischen Vermögen auch noch die Fähigkeit besitzt, dem mit ihm in Berührung kommenden gewöhnlichen Sauerstoff eine ozonartige Wirksamkeit zu verleihen, so dass er z. B. die Guajaktinctur zu bläuen und noch anderweitige Oxidationswirkungen hervorzubringen vermag, welche durch den ozonisirten Sauerstoff verursacht werden. Und zwar sind es die folgenden Gründe, welche zu einer solchen Vermuthung führen. Vor einiger Zeit habe ich gezeigt, dass alle organischen Materien, welche das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren vermögen, bei Anwesenheit auch verhältnissmässig nur sehr kleiner Mengen von Blausäure diese Wirksamkeit entweder gar nicht mehr oder nur sehr schwach äussern. Blatt, Stiel, Wurzel von Leontodon u. s. w., wenn mit Wasserstoffsuperoxid übergossen, fangen sofort an, Sauerstoffgas aus der umgebenden Flüssigkeit zu entbinden, welche Gasentwickelung beim Zerquetschen der genannten Pflanzentheile ziemlich lebhaft wird, was nicht geschieht, wenn das angewendete Superoxid auch nur winzige Mengen von Blausäure enthält. Ebenso verlieren diese Pflanzentheile ihr katalysirendes Vermögen schon dadurch, dass man sie nur kurze Zeit in Blausäuredampf verweilen lässt. Wird in erwähnter Weise die katalytische Wirksamkeit des Blattes u. s. w. gelähmt, so vermag auch das mit ihm behandelte Wasser die Guajaktinctur nicht mehr zu bläuen, noch irgend eine der Oxidationswirkungen hervorzubringen, welche der freie ozonisirte Sauerstoff oder die Ozonide verursachen. Selbstverständlich tritt die gleiche Wirkungslosigkeit auch ein, wenn das katalytische Vermögen besagter Pflanzentheile durch andere

Mittel, z. B. durch deren Erhitzung unter Wasser aufgehoben wird.

Da nun die Fähigkeit des Leontodon u. s. w. in Berührung mit gewöhnlichem Sauerstoff und Wasser eine die Guajaktinctur bläuende Materie (ein Ozonid) zu erzeugen gleichzeitig mit dem katalytischen Vermögen der Pflanze verschwindet, so darf hieraus wohl geschlossen werden, dass die Eine dieser Wirksamkeiten die Andere bedinge und Beide einer und eben derselben Substanz zukommen.

Um zu zeigen, wie ausserordentlich empfindlich die katalysirende Materie des Leontodon u. s. w. gegen die Blausäure ist, will ich noch bemerken, dass frische Blätter dieser Pflanze, nur einige Sekunden lang in Blausäuredampf gehalten, dadurch ihr Vermögen einbüssen, HO_2 zu zerlegen und damit auch die Fähigkeit, mit atmosphärischem Sauerstoff und Wasser eine die Guajaktinctur bläuende Flüssigkeit zu erzeugen. Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass solche Blätter durch Liegenlassen in der freien Luft ihre ursprüngliche katalytische Wirksamkeit wieder erlangen und damit auch die Fähigkeit, den gewöhnlichen Sauerstoff in den thätigen Zustand zu versetzen, welcher Angabe kaum nöthig ist noch die Bemerkung beizufügen, dass das unter diesen Umständen wieder erlangte katalytische Vermögen auf der Verflüchtigung der in die Blätter eingedrungenen Blausäure beruhet.

Wenn nun die im Voranstehenden beschriebenen Thatsachen schon an und für sich merkwürdig genug sind, so dürften dieselben auch noch eine physiologische Bedeutung haben und zwar desshalb, weil sie nach meinem Dafürhalten nahe Bezüge zu der immer noch unvollkommen verstandenen Respiration der Thiere zeigen. Dass bei diesem Vorgange die Blutkörperchen eine maass-

gebende Rolle spielen und sie vorzugsweise es seien, welche den eingeathmeten atmosphärischen Sauerstoff zur chemischen Wirksamkeit im Organismus anregen, lässt sich wohl nicht mehr bezweifeln; von diesen Blutkörperchen wissen wir aber auch, dass sie in einem ausgezeichneten Grade das Vermögen besitzen, nach Art des Platins das Wasserstoffsuperoxid zu zerlegen, welche Wirksamkeit sehr innige Beziehungen derselben zum Sauerstoff d. h. die Fähigkeit beurkundet, zustandsverändernd auf dieses Element einzuwirken in ähnlicher Weise, wie diess das genannte Metall thut.

Nun habe ich unlängst in diesen Blättern gezeigt, dass die katalytische Wirksamkeit der Blutkörperchen schon durch kleine ihnen beigemischte Mengen von Blausäure beinahe gänzlich aufgehoben wird, ohne dass desshalb Jene zerstört oder irgendwie chemisch verändert würden und es ist von mir an diese Thatsache die Vermuthung geknüpft worden, dass die Giftigkeit der genannten Säure auf der Aufhebung oder vielmehr Lähmung des Vermögens der Blutkörperchen beruhe, den eingeathmeten unthätigen Sauerstoff der Luft chemisch zu erregen, was selbstverständlich die Oxidationsvorgänge im Organismus unterbrechen d. h. den Erstickungstod des Thieres zur Folge haben müsste.

Aus obigen Angaben ist leicht zu ersehen, dass zwischen dem Verhalten der in dem Leontodon und so vielen andern Pflanzen enthaltenen sowohl katalysirenden als auch sauerstofferregenden Materien und demjenigen der Blutkörperchen eine grosse Aehnlichkeit besteht. Jene Substanzen mit Wasser und gewöhnlichem Sauerstoff in Berührung gesetzt, führen den Letztern sofort in den thätigen Zustand über, so dass er nun befähiget ist, auf eine Anzahl unorganischer und organischer Materien oxidirend einzuwirken, gegen welche

derselbe in seiner gewöhnlichen Beschaffenheit gleichgiltig sich verhält. Wir dürfen daher das Wasser, welches bei Anwesenheit der Luft in der oben beschriebenen Weise mit Leontodon u. s. w. behandelt worden, dem Blut vergleichen, welchem atmosphärischer Sauerstoff zugeführt wird. Im erstern Falle tritt der vom Wasser aufgenommene Sauerstoff unverweilt in den thätigen Zustand und fängt derselbe desshalb auch sofort an, auf vorhandene organische Substanzen oxidirend einzuwirken, jedoch so, dass diese Oxidation nur allmählig erfolgt und daher eine merkliche Zeit vergeht, bis aller in der Flüssigkeit vorhandene thätige Sauerstoff verbraucht ist.

Es muss daher auch für die Blutkörperchen möglich sein, den durch sie thätig gemachten Sauerstoff einige Zeit als solchen zu enthalten, desshalb denselben bei der Blutbewegung mit sich fortzuführen und da abzugeben, wo im Organismus ein Oxidationsvorgang stattfinden soll, welches Verhalten übrigens die Möglichkeit nicht ausschlösse, dass sie selbst allmählig durch den gleichen Sauerstoff oxidirt d. h. zerstört würden. Wenn es nun aber zweifellose Thatsache ist, dass kleinste Mengen von Blausäure die sauerstofferregende Wirksamkeit der in dem Leontodon u. s. w. enthaltenen Materien hemmen und desshalb Oxidationswirkungen verhindern, welche bei Abwesenheit jener Säure stattfinden würden, so dürfen wir uns nicht wundern, wenn letztere in gleicher Weise auch die ähnliche Wirksamkeit der Blutkörperchen lähmt.[1] Auf die Frage, wie die Blau-

---

[1]) Auf die Wirksamkeit des Platins, das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren, scheint die Blausäure keinen merklich hemmenden Einfluss auszuüben, wie daraus abzunehmen ist, dass Platinmohr in HO_2 eingeführt, das merkliche Mengen von H Cy enthält, noch eine sehr lebhafte Sauerstoffgasentwickelung verursacht.

säure diesen hemmenden Einfluss ausübe, lässt sich für jetzt nur das mit Sicherheit sagen, dass sie diess nicht durch eine chemische Veränderung der genannten organischen Materien bewirke, wie schon daraus erhellt, dass das Leontodon, die Blutkörperchen u. s. w. nach Entfernung der Blausäure ihre frühere Wirksamkeit wieder erlangen. Wie mir scheint, wird man aber obige Frage auf eine positive Weise so lange nicht beantworten können, als uns die nächste Ursache der verschiedenen Zustände des Sauerstoffes unbekannt ist, wie auch die Natur der chemischen Wirksamkeit ein Räthsel bleibt, welche gewisse unorganische und organische Materien zeigen, ohne dabei selbst eine stoffliche Veränderung zu erleiden, wie uns hievon das Verhalten des Platins zum Sauerstoff und Wasserstoffsuperoxid ein typisches Beispiel liefert.

Es mag sein, dass die bezeichnete Wirksamkeit auf gewissen Bewegungszuständen beruhet, in welchen die kleinsten Theile der katalysirenden Materien sich befinden und die sie desshalb auch in andern Körpern verursachen oder auch Bewegungszustände der Letzteren aufheben könnten; allein bis jetzt sind diess blosse Muthmassungen, auf welche noch keine genügende Theorie sich stützen lässt. Wir können daher vorerst wohl nichts Anderes thun, als die durch die besagte eigenthümliche Wirksamkeit verursachten Erscheinungen und deren Beziehungen zu einander möglichst vollständig und genau festzustellen, auf welchem Wege es uns vielleicht späterhin gelingen dürfte, tiefer in diese Geheimnisse einzudringen, deren Enthüllung sicherlich nicht fehlen könnte, einen namhaften Fortschritt der Chemie und Physiologie zu begründen.

Ich darf diese Mittheilung nicht schliessen, ohne auf eine früher von mir veröffentlichte Abhandlung

„Ueber das Vorkommen von Nitriten und Nitraten in der Pflanzenwelt“ zurückzukommen, um eine dort gemachte Annahme hier zu berichtigen. Aus der Thatsache, dass verschiedene Theile vieler Pflanzen beim Zusammenstossen mit Wasser eine Flüssigkeit liefern, welche den angesäuerten Jodkaliumkleister auf das Tiefste bläuet, habe ich geglaubt, auf die Anwesenheit von Nitriten in solchen Gewächsen schliessen zu dürfen und in der That kommt auch diesen Salzen die erwähnte Reaction in einem solchen Grade zu, dass auf dieselben der besagte Kleister wohl das empfindlichste Reagens sein dürfte. Seither habe ich jedoch einige damals mir noch unbekannte Thatsachen kennen gelernt, welche mich jetzt an der Richtigkeit meiner damaligen Annahme zweifeln lassen müssen.

Zunächst sei bemerkt, dass das mit Leontodon u. s. w. behandelte Wasser die Guajaktinctur und den angesäuerten Jodkaliumkleister anfänglich gleich tief bläuet, dasselbe aber, nachdem es aufgehört hat, die erstere Reaction hervorzubringen, auch nicht mehr den besagten Kleister zu bläuen vermag und überhaupt die Abnahme dieser beiden Wirkungen gleichen Schritt hält. Schon dieses Zusammengehen lässt vermuthen, dass die beiden Reactionen von der gleichen Materie herrühren; zudem kommt aber noch, dass frische Blätter des Leontodon u. s. w., nur wenige Sekunden lang selbst in schwachen Blausäuredampf gehalten und dann mit Wasser zerstampft, eine Flüssigkeit liefern, die eben so wenig den angesäuerten Kleister als die Guajaktinctur zu bläuen vermag, welche erstere Reaction doch eintreten sollte, falls ein fertiges Nitrit in der Pflanze vorhanden wäre.

Kleine Mengen einer Lösung von Eisenoxidulsalz, Pyrogallussäure, Hämatoxylin, Brasilin u. s. w. berauben erwähntermassen das frische Leontodonwasser seiner

Fähigkeit, die Guajaktinctur zu bläuen; das so behandelte Wasser vermag aber auch nicht mehr den angesäuerten Jodkaliumkleister zu bläuen; welche hemmende Wirkung die genannten Substanzen auf eine Nitrinlösung nicht hervorbringen. Wie bereits angegeben, berauben schon kleine Mengen von Alkalien oder kurzes Erhitzen die Versuchsflüssigkeit sofort der Fähigkeit, die Guajaktinctur zu bläuen und auch in diesen Fällen büsst besagte Flüssigkeit das Vermögen ein, den angesäuerten Jodkaliumkleister zu färben, was bei der Nitrithaltigkeit des Leontodonwassers u. s. w. nicht geschehen könnte. Was jedoch nach meinem Ermessen die Abwesenheit von Nitriten in dem Leontodon und andern diesem ähnlich sich verhaltenden Pflanzen ausser Zweifel stellt, ist die Thatsache, dass die Blätter des genannten Gewächses u. s. w., unter verdünntem angesäuerten Jodkaliumkleister (also bei ausgeschlossenem atm. Sauerstoff) zerstampft, den Letztern nicht im Mindesten bläuet, welche Reaction doch eintreten müsste, wenn auch nur winzige Mengen eines salpetrichtsauren Salzes im Leontodon u. s. w. enthalten wären.

Alle die angeführten Thatsachen scheinen mir daher zu der Annahme zu berechtigen, dass die fragliche Bläuung des angesäuerten Jodkaliumkleisters durch das gleiche oxidirende Agens verursacht werde, welches die Guajaktinctur bläuet, nämlich durch thätigen mit einer organischen Materie vergesellschafteten Sauerstoff. [1])

---

[1]) Es verdient hier erwähnt zu werden, dass unter dem Berührungseinfluss des Platinmohres der gewöhnliche Sauerstoff wohl die Guajaktinctur, nicht aber den säurefreien Jodkaliumkleister zu bläuen vermag, welche Färbung jedoch bei Anwesenheit verdünnter Schwefelsäure u. s. w. sofort eintritt, so dass also auch in dieser Hinsicht das genannte Metall wie die im Leontodon u. s. w. enthaltene organische Materie sich verhält.

In der zuletzt erwähnten Abhandlung ist angegeben, dass viele Pflanzen erst bei längerem Maceriren mit Wasser dieser Flüssigkeit die Eigenschaft ertheilen, den angesäuerten Jodkaliumkleister zu bläuen, ohne dass sie aber die Guajaktinctur zu färben vermöchte. Diese Reaction rührt nun wirklich, wie ich diess schon früher bemerkt habe, von Nitriten her, welche unter dem reducirenden Einflusse organischer Materien aus den in solchen Pflanzen enthaltenen Nitraten entstehen, über welche Reduction die nachstehende Mittheilung noch nähere Aufschlüsse geben wird.

II.

Ueber die Umwandelung der Nitrate in Nitrite durch Conferven und andere organische Gebilde.

Vor Jahren schon ist von mir die Thatsache ermittelt worden, dass nicht nur die oxidirbaren Metalle: Zink, Kadmium u. s. w., sondern auch viele organische Substanzen die in Wasser gelösten alkalischen und andern Nitrate selbst bei gewöhnlicher Temperatur zunächst in Nitrite überzuführen vermögen. Einige theoretische Gründe liessen mich vermuthen, dass zwischen dem Vermögen organischer Materien, das Wasserstoffsuperoxid nach Art des Platins zu zerlegen und deren Fähigkeit, die salpetersauren — zu salpetrichtsauren Salzen zu reduciren, ein Zusammenhang bestehen dürfte und die im Nachstehenden beschriebenen Ergebnisse meiner über diesen Gegenstand angestellten Versuche sollten, wie ich glaube, an einem solchen Zusammenhange kaum zweifeln lassen.

Frische Conferven, wie sie so häufig in stehendem Wasser vorkommen, vermögen das Wasserstoffsuperoxid ziemlich lebhaft zu katalysiren und sie sind es auch, welche nach meinen Beobachtungen die in Wasser gelösten alkalischen Nitrate ziemlich rasch in Nitrite umwandeln, wie daraus erhellt, dass Wasser, welches nur geringe Mengen z. B. Kalknitrat u. s. w. enthält, den angesäuerten Jodkaliumkleister auf das Tiefste zu bläuen wie auch die übrigen Nitritreactionen augenfälligst hervorzubringen vermag, nachdem dasselbe bei gewöhnlicher Temperatur nur wenige Stunden mit einer hinreichenden Menge frischer Conferven zusammengestanden, welche vorher mittelst destillirten Wassers von anhängenden Unreinigkeiten gereiniget worden. Da bei Anwendung chemisch reinen Wassers unter den erwähnten Umständen die Nitritreactionen nicht eintreten, so beweist diess, dass die Pflanze selbst kein salpetersaures Salz enthält und das zum Vorschein kommende Nitrit aus dem dem Wasser beigefügten Nitrat entstanden.

Es ist in der voranstehenden Mittheilung angegeben, dass die Anwesenheit kleiner Mengen von Blausäure das HO_2 katalysirende Vermögen organischer Materien stark schwäche, von welcher Regel auch die Conferven keine Ausnahme machen. Der Versuch hat nun gezeigt, dass nitrathaltiges Wasser, dem verhältnissmässig nur äusserst wenig Blausäure beigemischt worden, wochenlang mit Conferven zusammenstehen kann, ohne die Fähigkeit zu erlangen, den angesäuerten Jodkaliumkleister zu bläuen; vorausgesetzt, es werde der Versuch in verschlossenen Gefässen angestellt, d. h. die Verflüchtigung der Blausäure verhindert.

Conferven 10—15 Minuten lang in siedendem Wasser gehalten, katalysiren das Wasserstoffsuperoxid nur noch schwach, wie sie auch nur sehr langsam reducirend

auf die Nitrate einwirken. Nach meinen frühern Versuchen sind in allem Quell-, Fluss- und Seewasser noch nachweisbare, wenn bisweilen auch nur winzige Mengen von Nitraten vorhanden, welche mittelst der von mir zu seiner Zeit angegebenen Methode leicht und rasch sich erkennen lassen. Enthält z. B. Brunnenwasser so viel Nitrat, dass jenes den angesäuerten Jodkaliumkleister tief bläuet, nachdem es nur kurze Zeit mit der gehörigen Menge amalgamirter Zinkspähne geschüttelt oder aufgekocht worden, so wird das gleiche Wasser, mit einer gehörigen Menge Conferven nur wenige Stunden in Berührung gesetzt, die Nitritreactionen in augenfälligster Weise hervorbringen. Es lassen sich daher mit Hülfe dieser Pflanzen Spuren eines Nitrates entdecken, wobei jedoch zu beachten ist, dass man die Conferven nicht zu lange auf das zu prüfende Wasser einwirken lasse, weil dieselben, wie später noch umständlicher bemerkt werden soll, auch die Nitrite ziemlich rasch reduciren unter völliger Zerstörung dieser Salze, in welchem Falle derartiges Wasser trotz seiner ursprünglichen Nitrathaltigkeit den angesäuerten Jodkaliumkleister selbstverständlich nicht mehr bläuen würde.

In meinen Arbeiten über die Veränderungen des normalen Harns des Menschen ist gezeigt worden, dass diese Flüssigkeit, an offener Luft einige Zeit sich selbst überlassen, so nitrithaltig werde, um den angesäuerten Jodkaliumkleister augenblicklich auf das Tiefste bläuen zu können, und dass die Erzeugung des salpetrichtsauren Salzes zusammenfalle mit dem Auftreten eines Pilzes, der sowohl HO_2 zu katalysiren als auch die Nitrate in Nitrite überzuführen vermag, welche beide Wirkungen der besagte Pilz bei Anwesenheit kleiner Mengen von Blausäure nicht mehr hervorbringt. Hieraus ist abzunehmen, dass es diese katalysirende Planze ist, welche

das im Harn enthaltene Nitrat zu Nitrit reducirt, und lässt sich die Thatsache begreifen, dass diese Flüssigkeit bei Gegenwart kleiner Mengen von Blausäure nicht nitrithaltig wird, wie lange man sie auch sich selbst überlassen mag. Ich bewahre solchen Harn schon seit sechs Monaten auf, ohne dass derselbe bis jetzt die geringste Veränderung erlitten hätte. Aehnlich unserm Pilze wirken auch die Conferven auf das im Harn enthaltene Nitrat ein, so dass derselbe frisch gelassen, mit den besagten Pflanzen nur wenige Stunden in Berührung zu stehen braucht, um den erwähnten Kleister augenfälligst bläuen zu können, was bei Anwesenheit von nur wenig Blausäure natürlich ebenfalls nicht mehr geschieht.

Von der gewöhnlichen Bierhefe ist bekannt, dass sie das Wasserstoffsuperoxid ziemlich lebhaft katalysirt, welche Wirksamkeit durch die Blausäure stark gelähmt wird. Der Versuch zeigt nun, dass die Hefe gleich den Conferven und dem Harnpilz auf die gelösten Nitrate reducirend einwirkt, so dass z. B. nitrathaltiges Brunnenwasser oder frischer Harn, nur wenige Stunden lang mit Hefe in Berührung gesetzt, deutlichste Nitritreactionen hervorbringt, was durch die Anwesenheit einer kleinen Menge von Blausäure gleichfalls verhindert wird.

Schwämme und Pilze überhaupt zerlegen nach meinen Beobachtungen HO_2 sehr lebhaft und alle die von mir bis jetzt untersuchten Pflanzen dieser Art verhielten sich zu den Nitraten wie Conferven, die Hefe u. s. w., was mehr als nur wahrscheinlich macht, dass alle Pflanzenmaterien, welche das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren vermögen, auch die salpetersauren in salpetrichtsaure Salze umwandeln können.

Unter den thierischen Gebilden zeichnen sich bekanntlich die Blutkörperchen ganz besonders durch das

Vermögen aus, HO_2 in Sauerstoff und Wasser umzusetzen, und sie sind es auch wieder, welche auf die Nitrite reducirend einwirken, diess aber bei Anwesenheit kleiner Mengen von Blausäure ebenfalls nicht mehr thun. Mit andern thierischen, das besagte Superoxid zerlegenden Materien habe ich noch keine Versuche angestellt, es ist aber kaum daran zu zweifeln, dass sie ähnlich den Blutkörperchen u. s. w. sich verhalten werden. Wie weiter oben im Vorbeigehen bemerkt wurde, üben die Conferven auch auf die gelösten Nitrite einen reducirenden Einfluss aus, wie daraus hervorgeht, dass nitrathaltiges Wasser, durch die Einwirkung der genannten Pflanzen erst nitrithaltig geworden, bei längerer Berührung mit denselben aufhört, den angesäuerten Jodkaliumkleister zu bläuen, welche Thatsache nur durch die Annahme einer gänzlichen Zerstörung des anfänglich entstandenen Nitrites sich erklären lässt. Und wie die Conferven verhalten sich auch die Hefe, der Harnpilz, die Blutkörperchen u. s. w., woher gelegentlich bemerkt es kommt, dass Harn, der so nitrithaltig geworden, um den angesäuerten Jodkaliumkleister bis zur Undurchsichtigkeit tief zu bläuen, nach einiger Zeit diese Reaction nicht mehr hervorbringt.

Wie nun die Anwesenheit kleiner Mengen von Blausäure die Ueberführung der Nitrate in Nitrite hemmt, so verhindert die gleiche Säure auch die Zerstörung der letztern Salze, wie man daraus abnehmen kann, dass Conferven, Hefe, Blutkörperchen u. s. w. auch noch so lange mit Blausäure- und nitrithaltigem Wasser in Berührung gelassen, demselben die Fähigkeit nicht entziehen, den angesäuerten Jodkaliumkleister zu bläuen.

Einige der oben erwähnten Thatsachen veranlassen mich schliesslich noch ein paar Worte über die Beobachtung zu sagen, gemäss welcher manches Trinkwasser

ausser Nitraten auch noch so viel Nitrit enthält, dass dasselbe den angesäuerten Jodkaliumkleister augenfällig zu bläuen vermag. Es hat namentlich Herr Dr. Goppelsröder bei seiner neulichen Untersuchung sämmtlicher Trinkwasser der Stadt Basel gefunden, dass mehrere derselben die erwähnte Nitritreaction zeigen. Woher nun diese Nitrithaltigkeit? Obwohl die salpetrichtsauren Salze auch auf synthetischem Wege entstehen können, so bin ich doch der Ansicht, dass die in den besagten Wassern vorkommenden Nitrite durch Reduction von Nitraten gebildet werden. Dass Letztere in jedem Wasser in grösserer oder kleinerer Menge sich vorfinden, habe ich bereits erwähnt, und wohl bekannt ist auch, dass an manchen Orten der Boden, durch welchen das Wasser sickert, Conferven und andere Organismen einschliesst. Haben sich nun da oder dort solche Gebilde angehäuft, mit welchen dorthin geflossenes nitrathaltiges Wasser einige Zeit in Berührung zu stehen kommt, so muss dasselbe nitrithaltig werden, wie ja angegebenermassen eine solche Veränderung des Trinkwassers mittelst Conferven u. s. w sehr leicht künstlich sich bewerkstelligen lässt. Die Richtigkeit meiner Ansicht über die Entstehungsweise der Nitrite im Trinkwasser vorausgesetzt, so würde aus dem Vorkommen eines solchen Salzes im Trinkwasser der Schluss sich ziehen lassen, dass Letzteres mit Organismen dieser oder jener Art einige Zeit in Berührung gestanden habe, und dürfte desshalb diese Nitrithaltigkeit auch noch der Vermuthung Raum geben, dass in solchem Wasser mikroscopische Organismen vorhanden wären. Ich habe nitrathaltiges aber völlig nitritfreies Brunnenwasser mit Conferven, frischen und verfaulten Pilzen nur wenige Minuten lang zusammengerührt und dann durch ein Filtrum gehen lassen. Die durchgelaufene Flüssigkeit vermochte noch in sichtlicher

Weise das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren und nach mehrtägigem Stehen auch den angesäuerten Kleister deutlichst zu bläuen. Hieraus erhellt, dass das filtrirte Wasser immer noch eine die Nitrate reducirende Materie enthalten habe, wie auch die oben erwähnten Thatsachen es wahrscheinlich machen, dass diese Materie die gleiche gewesen sei, welche dem Wasser eine katalytische Wirksamkeit ertheilt, zu welcher Vermuthung man um so eher berechtigt sein dürfte, als das besagte Wasser durch kleine Mengen beigefügter Blausäure oder durch Aufkochen die Fähigkeit verliert, HO_2 zu katalysiren oder nitrithaltig zu werden.

Da in neuester Zeit die Aufmerksamkeit ganz besonders auf die Beschaffenheit des Trinkwassers grösserer Städte gelenkt worden, und man geneigt ist, dieselbe mit dem Gesundheitszustande der Menschen in Verbindung zu bringen, so dürften die in der voranstehenden Mittheilung beschriebenen Thatsachen wohl auch einige Beachtung verdienen. Ich enthalte mich geflissentlichst der Aeusserung irgend einer Meinung über den Einfluss. welchen Wasser von dieser oder jener Beschaffenheit auf die Gesundheit der davon geniessenden Personen ausüben möchte: es ist diess die Sache der Physiologen und Aerzte; doch aber dürfte anzunehmen sein, dass nitrat- oder nitrithaltiges Wasser als solches nicht nachtheilig auf die Gesundheit einwirke schon in Betracht der an und für sich kleinen Mengen dieser Salze, welche selbst in einem daran verhältnissmässig reichen Trinkwasser sich vorfinden. Sollte aber die Nitrithaltigkeit auf Organismen hinweisen, mit welchen solches Wasser in Berührung gekommen, und wäre es möglich oder sogar wahrscheinlich, dass dieselben, durch dieses Wasser in den Körper eingeführt, hier fermentartig wirken und eigenthümlich chemisch-physiolo-

gische Veränderungen in dem mit ihnen in Berührung kommenden organischen Material verursachen, so gewänne das Vorkommen von Nitriten allerdings eine nicht kleine mittelbare Bedeutung. Ein solches Vorkommen könnte möglicher Weise zur Entdeckung einer Krankheitsursache, nämlich zur Auffindung von Organismen führen, welche, wie die Krätzmilbe in der Haut, im Innern des Körpers abnorme Zustände herbeiführen. Bevor jedoch diese Verhältnisse durch zahlreiche und verlässliche Beobachtungen und Versuche zweifellos ermittelt sind, können die darüber geäusserten Ansichten nicht anders als unsicher und schwankend sein, wesshalb es nöthig ist, über solche Gegenstände sich behutsamst und umsichtigst auszusprechen.

III.

Ueber einige chemische Eigenschaften der Pflanzensaamen.

Allgemeine Thatsachen haben für die Wissenschaft immer die grosse Bedeutung, dass die Kenntniss derselben zum Verständnisse vieler einzelner Erscheinungen führt, wesshalb auch die nachstehenden Angaben die Beachtung der Pflanzenphysiologen wohl verdienen dürften:

1. Alle Pflanzensaamen enthalten in Wasser lösliche (wenigstens durch das Filtrum gehende) Materien von eiweissartiger Beschaffenheit, welche nach Art des Platins oder der Blutkörperchen das Was-

serstoffsuperoxid in Sauerstoff und Wasser umsetzen. *)

2. Die gleichen Materien vermögen die HO_2-haltige Guajaktinctur zu bläuen, wie diess auch das fein zertheilte Platin und die Blutkörperchen thun.

3. Die bei gewöhnlicher Temperatur bereiteten wässrigen Auszüge aller Pflanzensaamen nehmen ozonisirten Sauerstoff so auf, dass derselbe darin noch einige Zeit im beweglichen Zustande sich erhält, wesshalb die mit Ozon behandelten Auszüge anfänglich die Guajaktinctur zu bläuen vermögen etc.

4. Den besagten Materien kommt insgesammt das Vermögen zu, schon bei gewöhnlicher Temperatur den gelösten Nitraten Sauerstoff zu entziehen, um sie erst in Nitrite überzuführen und bei längerer Einwirkung auch diese Salze (durch Sauerstoffentziehung) zu zerstören.

5. Die Anwesenheit kleiner Mengen von Blausäure hemmt die Fähigkeit dieser Materien, das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren, die HO_2-haltige Guajaktinctur zu bläuen und desoxidirend auf die Nitrate und Nitrite einzuwirken.

6. Die Anwesenheit kleiner Mengen von Blausäuren in den Pflanzensaamen hemmt auch die Keimung derselben.

Was die unter §§ 1 und 2 erwähnten Thatsachen betrifft, so beruhen sie nach meinem Dafürhalten auf

*) Diesen Materien verdanken die Pflanzensaamen die Eigenschaft, selbst in stark mit Wasser verdünntem Wasserstoffsuperoxid eine ziemlich lebhafte Gasentwickelung zu verursachen.

einer Zustandsveränderung, welche die Hälfte des im Wasserstoffsuperoxid enthaltenen Sauerstoffes unter dem Berührungseinflusse der besagten Pflanzenmaterien erleidet. Nach meinen Erfahrungen kommt nemlich nur dem ozonisirten Sauerstoff (dem gebundenen sowohl als dem freien) die zweifache Eigenschaft zu, mit dem Wasserstoffsuperoxid in gewöhnlichen Sauerstoff und Wasser sich umzusetzen und die Guajaktinctur zu bläuen. HO_2 für sich allein bringt nicht die geringste Wirkung auf die besagte Harzlösung hervor, führt man aber in ein Gemisch beider Flüssigkeiten fein zertheiltes (sauerstofffreies) Platin, oder Blutkörperchen, oder die in Rede stehenden Saamenauszüge ein, so wird erwähntermaassen dasselbe sofort gebläuet, aus welcher Färbung erhellt, dass unter dem Berührungseinflusse sowohl des Metalles als der genannten organischen Materien ein Theil des in HO_2 vorhandenen Sauerstoffes eine dem freien oder gebundenen ($PbO + \ominus$ u. s. w.) Ozon gleiche Wirksamkeit erlangt. Da nun der freie und gebundene ozonisirte Sauerstoff mit HO_2 in HO und O sich umsetzt, so wird hieraus begreiflich, wesshalb die Materien, welche die HO_2-haltige Guajaktinctur bläuen, immer auch das Wasserstoffsuperoxid zu zerlegen vermögen.

Selbstverständlich findet diese Zustandsveränderung der einen Sauerstoffhälfte von HO_2 nur da statt, wo letzteres in Berührung mit dem Platin oder den ihm ähnlich wirkenden organischen Materien zu stehen kommt; es wird aber der unter diesen Umständen ozonisirte Sauerstoff mit dem ihm zunächst gelegenen Theilchen des noch vorhandenen HO_2 sofort in O und Wasser sich umsetzen. Kommt ein neuer Theil des Superoxides in Berührung mit Platin oder den erwähnten organischen Substanzen, so wird derselbe natürlich in gleicher Weise katalysirt, was bei gehörig langer Einwirkung die gänz-

liche Zerstörung des vorhandenen Wasserstoffsuperoxides zur Folge haben muss.

Dieser Auseinandersetzung gemäss wird also in dem Einen der beiden erwähnten Fälle der aus HO_2 stammende ozonisirte Sauerstoff zum Guajak treten, um damit die bekannte blaue Verbindung zu bilden, während derselbe ozonisirte Sauerstoff in dem andern Falle mit einem Theil von HO_2 in Wasser und O sich umsetzt. Vom Platin ist bekannt, dass es auf den freien unthätigen Sauerstoff chemisch erregend einwirkt, woher es kommt, dass derselbe unter dem Einflusse dieses Metalles die Guajaktinctur zu bläuen und noch andere Oxidationswirkungen hervorzubringen vermag, denen gleich. welche nur der ozonisirte Sauerstoff verursachen kann.

Was nun die Substanzen der Pflanzensaamen betrifft, welche HO_2 zu katalysiren und die HO_2-haltige Guajaktinctur zu bläuen vermögen, so finden sich unter denselben wohl auch solche, welchen ähnlich dem Platin das Vermögen zukommt, dem gewöhnlichen Sauerstoff eine ozonartige Wirksamkeit zu verleihen. Derartige Materien sind z. B. in den Saamen von Scorzonera hispanica und Cynara scolymus enthalten, von welchen der letztgenannte ganz besonders sich auszeichnet, wie schon daraus sich abnehmen lässt, dass derselbe mit der 6—8fachen Menge Wassers in Berührung mit der atmosphärischen Luft zusammengestossen, eine Flüssigkeit liefert, welche für sich allein die Guajaktinctur wie auch den angesäuerten Jodkaliumkleister sofort auf das Tiefste zu bläuen vermag. Dass der die Harzlösung oder den Kleister bläuende thätige Sauerstoff noch nicht in den besagten Saamen enthalten ist, sondern aus der Luft stammt, geht mit Sicherheit daraus hervor, dass bei Ausschluss der letztern die erwähnte Bläuung nicht mehr eintritt.

Die in Berührung mit der atmosphärischen Luft gemachten wässrigen Auszüge der meisten von mir untersuchten Pflanzensaamen, obwohl sie alle HO_2 zu katalysiren und die HO_2-haltige Guajaktinctur zu bläuen vermögen, färben die Harzlösung entweder gar nicht oder nur sehr schwach, d. h. verhalten sich in dieser Hinsicht wie die Blutkörperchen, welche zwar HO_2 lebhaft zerlegen und die HO_2-haltige Guajaklösung tief bläuen, ohne aber in Berührung mit atmosphärischem Sauerstoff die Bläuung der Guajaktinctur bewirken zu können.

Wenn nun den voranstehenden Angaben gemäss auch den das Wasserstoffsuperoxid katalysirenden Materien der meisten Pflanzensaamen die Fähigkeit abzugehen scheint, nach Art des Platins chemisch erregend auf den gewöhnlichen Sauerstoff einzuwirken, so ist es für mich doch sehr wahrscheinlich, dass es nur Nebenumstände sind, durch welche die Bläuung der Guajaktinctur verhindert und die sauerstofferregende Wirksamkeit besagter Materien verhüllt wird. Unter diesen Nebenumständen verstehe ich das Vorkommen solcher Substanzen in den besagten Saamen, welche den durch die gleichzeitig vorhandenen katalysirenden Materien erregten Sauerstoff begieriger aufnehmend, als diess das Guajak thut, dadurch die Bläuung des Harzes verhindern. Derartige Substanzen sind z. B. die Gerbsäuren, von welchen schon winzige Mengen das mit dem Saamen von Cynara u. s. w. und Luft zusammengestossene Wasser verhindern, die Guajaktinctur oder den angesäuerten Jodkalium zu bläuen. Eine gleich hemmende Wirksamkeit zeigen auch viele Pflanzensaamen, wenn sie mit demjenigen von Cynara u. s. w. und Wasser bei Anwesenheit von atmosphärischer Luft zusammengestossen werden. Da erwähntermaassen die Blutkörperchen den besprochenen Pflanzenmaterien gleichen und von jenen angenommen werden

darf, dass vorzugsweise sie es seien, welche den von den Thieren eingeathmeten atmosphärischen Sauerstoff zur chemischen Thätigkeit anregen, so dürfte wohl die Annahme zulässig sein, dass auch alle in den verschiedenen Pflanzenformen vorkommenden das Wasserstoffsuperoxid katalysirenden Materien die gleiche Wirkung auf den unthätigen Sauerstoff hervorbringen, ob dieselben in Berührung mit atmosphärischer Luft die Guajaktinktur bläuen oder nicht.

Bekanntlich beruhet die Keimung der Pflanzensaamen in chemischer Hinsicht zunächst auf der Aufnahme atmosphärischen Sauerstoffes und der damit verknüpften Kohlensäurebildung, so dass man sagen darf, im ersten Stadium ihrer Entwickelung gleiche die Pflanze einem athmenden Thiere. Es kann aber wohl kaum zweifelhaft sein, dass bei der Keimung der unthätige atmosphärische Sauerstoff zur chemischen Thätigkeit in ähnlicher Weise angeregt werde, wie diess bei der Respiration der Thiere geschiehet. Wie nun bei dem letztern Vorgange die Blutkörperchen die Rolle eines Sauerstofferregers spielen, so bei der Keimung der Pflanzensaamen die darin enthaltenen das Wasserstoffsuperoxid katalysirenden und die HO_2-haltige Guajaktinctur bläuenden Materien; und wie schon durch kleine Mengen von Blausäure die auf den Sauerstoff sich beziehende Wirksamkeit der Blutkörperchen gehemmt und dadurch der Tod eines Thieres herbeigeführt wird, so verhindert auch die gleiche Säure das Keimen der Pflanzensaamen. In welcher Weise der reducirende Einfluss, welchen die besprochenen organischen Materien auf die gelösten Nitrate und Nitrite ausüben, mit ihrem katalytischen Vermögen zusammenhänge, weiss ich vorerst noch nicht zu sagen; da jedoch die besagte Wirksamkeit ebenfalls auf den Sauerstoff (enthalten in NO_5 und NO_3) sich beziehet und dieselbe durch

das gleiche Agens (die Blausäure) gehemmt wird, welches die besagten organischen Materien verhindert, auf das Wasserstoffsuperoxid oder die HO_2-haltige Guajaktinctur in der oben erwähnten Weise einzuwirken, so lässt sich kaum daran zweifeln, dass alle diese auf den freien und gebundenen Sauerstoff sich beziehenden Wirksamkeiten auf einer Steigerung der chemischen Thätigkeit dieses Elementes beruhen, wenn uns auch einstweilen noch unbekannt bleibt, wie diese Wirkung hervorgebracht wird.

IV.

Ueber das empfindlichste Reagens auf das Wasserstoffsuperoxid.

Wir kennen zwar bereits einige Reagentien auf dieses Superoxid, deren Empfindlichkeit ausserordentlich gross ist, wie z. B. den jodkaliumhaltigen Stärkekleister in Verbindung mit einer Eisenoxidulsalzlösung, mit dessen Hülfe in reinem Wasser noch ein Milliontel HO_2 deutlichst sich nachweisen lässt; man wird aber aus den nachstehenden Angaben ersehen, dass es zu diesem Behufe noch ein anderes Mittel gibt, dessen Empfindlichkeit diejenige des vorhin bezeichneten Reagens bei Weitem übertrifft.

Es ist schon anderwärts bemerkt worden, dass die wässrigen Auszüge sämmtlicher Pflanzensaamen die Eigenschaft haben, die HO_2-haltige Guajaktinctur zu bläuen, in welcher Beziehung derjenige der gekeimten Gerste sich ganz besonders auszeichnet, wesshalb die Guajaktinctur in Verbindung mit dem wässrigen in der Kälte

bereiteten Malzauszug sich anwenden lässt, um in einer Flüssigkeit noch verschwindend kleine Mengen des genannten Superoxides zu entdecken.

Tröpfelt man in einige Gramme Wassers, das ein Milliontel HO_2 enthält, so viel Guajaklösung, bis die Flüssigkeit milchig geworden, und fügt man nun derselben Malzauszug zu, so bläuet sich das Gemisch ziemlich rasch auf das Augenfälligste; ja Wasser, welches nur ein Zehnmilliontel HO_2 enthält, verursacht unter den erwähnten Umständen noch eine sichtliche Bläuung, woraus erhellt, dass es wenig andere Stoffe geben dürfte, von denen durch chemische Mittel noch so kleine Mengen nachgewiesen werden können. Leicht begreift sich daher, dass diese so ausserordentliche Empfindlichkeit des Reagens es möglich macht, die Bildung von HO_2 noch da zu erkennen, wo man dieselbe nicht vermuthen sollte.

Wasserfreier Weingeist scheint in der Dunkelheit gegen den gewöhnlichen Sauerstoff vollkommen gleichgültig sich zu verhalten, wie ich aus der Thatsache zu schliessen geneigt bin, dass solcher Alkohol, nachdem er sechs Monate lang im Dunkeln mit atmosphärischer Luft in Berührung gestanden, mittelst meines Reagens geprüft, auch keine Spur von HO_2 enthielt. Zwanzig Gramme dieses Weingeistes in einer halblitergrossen lufthaltigen Flasche in kräftigem Sonnenlichte etwa zehn Minuten lang lebhaft geschüttelt erwiesen sich schon so HO_2-haltig, dass sie durch Guajaktinctur und Malzauszug deutlichst gebläuet wurden, und kaum bedarf es der ausdrücklichen Bemerkung, dass diese Färbung um so tiefer ausfällt, je länger der Weingeist in der angegebenen Weise behandelt worden. Und ebenso verstehet es sich von selbst, dass auch unter dem Einfluss des zerstreuten Lichtes (obwohl langsamer) diese Bil-

dung von Wasserstoffsuperoxid stattfindet, woher es kommt, dass Weingeist (auch der wasserhaltige), in lufthaltigen Flaschen einige Zeit im Laboratorium u. s. w. aufbewahrt, durch unser Reagens gebläuet wird. Aus diesen Thatsachen darf daher mit Sicherheit geschlossen werden, dass jeder Weingeist, welcher auch im zerstreuten Lichte nur kurze Zeit mit atmosphärischer Luft in Berührung gestanden, nicht mehr ganz rein und je nach Umständen mehr oder weniger HO_2-haltig sei.

Wie nach meinen frühern Angaben das mit Wasser stark verdünnte Wasserstoffsuperoxid selbst bei 100° conzentrirt und theilweise unzersetzt überdestillirt werden kann, so auch der HO_2-haltige Weingeist. Alkohol, der im zerstreuten Lichte durch längere Berührung mit atmosphärischer Luft so HO_2-haltig geworden war, dass er zwar durch die Guajaktinctur und den Malzauszug, nicht aber durch das viel weniger empfindliche Reagens der Chromsäure gebläuet wurde, unterwarf ich der Destillation, vom Ganzen Neunzehnttheile überziehend. Das Destillat bläuete sich noch deutlich, obwohl schwächer als der nicht destillirte Weingeist, während das rückständige Zehntel diese Reaction sehr stark hervorbrachte und durch SO_3-haltige Chromsäurelösung ziemlich tief lasurblau gefärbt wurde, was die durch Destillation bewirkte Conzentration des im Weingeist enthaltenen HO_2 ausser Zweifel stellt.

Da den gemachten Angaben gemäss die Guajaktinctur ein eben so bequemes als empfindliches Mittel ist, das in Folge der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes auf den Alkohol u. s. w. entstandene Wasserstoffsuperoxid nachzuweisen, so muss selbstverständlich die zu diesem Zwecke taugliche Harzlösung mit Weingeist bereitet werden, der völlig frei von HO_2 ist. Um sich von dieser Reinheit zu überzeugen, löse man

etwa ein Hundertel Guajak in dem zu prüfenden Weingeist und füge der Tinctur nebst Wasser einigen Malzauszug bei, welcher bei völliger Abwesenheit von HO_2 die Harzlösung ungebläuet lassen muss. Da der mit beleuchteter Luft in Berührung stehende Weingeist schon für sich allein, noch rascher aber bei seiner Harzhaltigkeit*) HO_2 erzeugt, so erhellt hieraus die Nothwendigkeit, die Guajaktinctur im Dunkeln aufzubewahren, wenn sie als zuverlässiges Reagens auf HO_2 dienen soll, und räthlich ist, dieselbe vor ihrer Anwendung immer mit Malzauszug auf eine mögliche Verunreinigung mit diesem Superoxide zu prüfen. Natürlich lässt sich mit Hülfe des in Rede stehenden Reagens zeigen, dass wie der Weingeist so auch der Methylalkohol, der gewöhnliche Aether, das Aceton und noch andere organische Flüssigkeiten mit beleuchtetem Sauerstoff HO_2 erzeugen, und ich will nicht unerwähnt lassen, dass die beiden erstgenannten Substanzen diess noch viel schneller thun als der Weingeist.

Es ist von mir zu seiner Zeit gezeigt worden, dass manche Metalle, gleichzeitig mit Wasser und atmosphärischer Luft in Berührung gesetzt, sofort die Bildung von HO_2 veranlassen und in dieser Hinsicht namentlich das Zink sich auszeichne. Wie empfindlich nun unser Reagens auf das in dieser Weise entstandene Superoxid ist, mögen nachstehende Angaben zeigen.

Bespritzt man auf einen Trichter gebrachte amalgamirte Zinkspähne mit destillirtem Wasser, so wird die ablaufende Flüssigkeit schon so viel HO_2 enthalten, dass

---

*) In einer meiner frühern Mittheilungen ist angegeben, dass die Anwesenheit von Harzen, Camphenölen, Kampfer u. s. w. im Weingeiste die Bildung des Wasserstoffsuperoxides namhaft beschleunigen.

sie beim Zufügen von Guajaktinctur und Malzauszug sich deutlichst bläuet, und eine gleich reagirende Flüssigkeit wird enthalten, wenn man die besagten Spähne nur einen Augenblick mit Luft und Wasser zusammenschüttelt, wobei man selbst siedendheisses anwenden kann. Um mit Hülfe unseres Reagens in einfachster Weise die Bildung des Wasserstoffsuperoxides zu zeigen, welche bei der in feuchter Luft erfolgenden Oxidation mancher Metalle stattfindet, beobachte man folgendes Verfahren. Man umwickelt ein amalgamirtes und mit Wasser befeuchtetes Zink- oder Kadmiumstäbchen mit guajakhaltigem und Malzauszug benetztem Papierstreifen, unter welchen Umständen da wo Metall und Papier sich innig berühren, an Letzterm sofort ein blauer Flecken entsteht. Man erhält zwar diese Reaction auch mit den nicht amalgamirten Metallen von vollkommen reiner Oberfläche, da aber auf derselben bald eine, wenn auch nur äusserst dünne Oxidhülle sich bildet, so hören sie bald auf wirksam zu sein, während das amalgamirte Zink u. s. w. länger rein glänzend bleibt und desshalb am geeignetsten ist, die Bildung von HO_2 zu veranlassen.

Wie sich mit dem fraglichen Reagens winzigste Spuren von HO_2 im Wasser entdecken lassen, so auch äusserst kleine Mengen dampfförmigen Wasserstoffsuperoxides. Ein guajakhaltiger und mit Malzauszug benetzter Papierstreifen in einem Gefässe aufgehangen, dessen Boden mit tausendfach verdünntem Wasserstoffsuperoxid bedeckt ist, färbt sich bei gewöhnlicher Temperatur in wenigen Minuten deutlichst blau, welche Färbung natürlich von nichts anderm als von HO_2-Dampf herrühren kann. Dass aus siedendem stark verdünntem Wasserstoffsuperoxid neben den Wasserdämpfen auch einiges HO_2 dampfförmig weggeht, lässt sich auf die gleiche Weise zeigen, und eben so, dass der Raum einer luft-

haltigen Flasche, deren Boden mit angefeuchteten amalgamirten Zinkspähnen bedeckt ist, nach nicht sehr langer Zeit schon Spuren von HO_2-Dampf enthält. Stellt man den Versuch bei 25—30° an, so wird ein guajakhaltiger und mit Malzauszug benetzter Papierstreifen schon nach 12—15 Minuten deutlichst gebläuet sein. Zum Gelingen dieses Versuches ist jedoch durchaus nothwendig, dass die Metallspähne auch nicht den schwächsten Anflug einer Oxidhülle zeigen. Ist das an einer warmen Stelle stehende Versuchsgefäss etwas hoch und verschlossen, so dass die höhern Wandungen desselben mit Wasser sich beschlagen, so kann mit Hülfe unseres Reagens die HO_2-haltigkeit dieses aus Dampf entstandenen Wassers leicht so nachgewiesen werden, dass man letzteres von einem Stück Filtrirpapier aufsaugen lässt und mit einigen Tropfen Guajaktinctur und Malzauszuges übergiesst.

Schliesslich muss ich noch daran erinnern, dass auch die Blutkörperchen die HO_2-haltige Guajaktinctur zu bläuen vermögen; nach meinen Beobachtungen bringen sie jedoch diese Wirkung merklich langsamer als der Malzauszug hervor, wesshalb allein schon der letztere den Vorzug vor den Blutkörperchen verdient. Hiezu kommt aber noch die lichte Färbung des besagten Auszuges, welche eine dadurch verursachte Bläuung der Guajaktinctur noch sicher erkennen lässt, die durch die tiefere Färbung der Blutkörperchen entweder undeutlich gemacht oder gänzlich verhüllt würde. Man kann desshalb mit Hülfe des Malzauszuges noch viel kleinere Mengen von HO_2 in einer Flüssigkeit und namentlich im Weingeiste nachweisen, als diejenigen sind, welche sich mittelst der Blutkörperchen erkennen lassen.

V.

Ueber das Verhalten des Malzauszuges und der Blutkörperchen zu dem in den Camphenen, fetten Oelen u. s. w. enthaltenen beweglichen Sauerstoff.

Nach meinen Versuchen vermögen bekanntlich die bezeichneten Materien unter dem Einflusse des Lichtes mit merklichen Mengen Sauerstoffes so sich zu beladen, dass derselbe auf eine Reihe anderer Körper überführbar ist. in welcher Hinsicht das Terpentin- und Wachholderbeer-Oel ganz besonders sich auszeichnen. Wie ich zu seiner Zeit gezeigt habe, ist dieser bewegliche Sauerstoff nicht an Wasser. sondern an das Terpentinöl u. s. w. gebunden.

Von den Blutkörperchen haben meine Versuche dargethan. dass sie den in Rede stehenden Sauerstoff bestimmen zum Guajak zu treten, wie daraus erhellt. dass die geistige Lösung dieses Harzes mit einer sauerstoffhaltigen Materie der bezeichneten Art vermischt. beim Zufügen von Blutkörperchen sofort sich bläuet, ein Verhalten. übereinstimmend mit demjenigen. welches die gleichen Körperchen zum beweglichen Sauerstoff des Wasserstoffsuperoxides zeigen. Es stand desshalb zu vermuthen. dass auch der Malzauszug die gleiche Wirksamkeit äussern werde, und in wie weit diess der Fall ist. wird man aus den nachstehenden Angaben entnehmen können.

Lässt man einige Tropfen Terpentinöles, das unter dem Einflusse des Lichtes längere Zeit in Berührung mit atmosphärischer Luft gestanden, in etwa 4 bis 5 Gramme Guajaktinctur (1 % Harz enthaltend) fallen, so bläuet sich beim Zufügen von Malzauszug das Gemisch ziemlich rasch und tief, obwohl nicht so tief wie bei An-

wendung von Blutkörperchen, und in ganz ähnlicher Weise verhalten sich auch die übrigen mit beweglichem Sauerstoff beladenen Camphene, wie z. B. das Wachholderöl. Gemäss einer im vorigen Jahre von mir veröffentlichten Arbeit lässt sich von dem mit den Camphenen vergesellschafteten Sauerstoff nur die Hälfte auf gesäuertes Wasser überführen, um damit HO_2 zu bilden, welche Thatsache zeigt, dass die beiden Sauerstoffhälften in verschiedenen Zuständen sich befinden. Zu der gleichen Folgerung führt nun auch das gleichgültige Verhalten des Malzauszuges zu dem in den Camphenen enthaltenen beweglichen Stauerstoffe, welcher sich nicht auf das Wasser übertragen lässt. Terpentinöl, welches 4 % beweglichen Sauerstoffes enthielt, wurde so lange mit SO_3-haltigem Wasser geschüttelt, bis in letzterem keine Spur von HO_2 mehr sich entdecken liess, und welches Oel somit noch mit 2 % beweglichen Sauerstoffes beladen war, der meinen frühern Mittheilungen gemäss leicht auf die Basis der Eisenoxidulsalze, die schweflichte Säure u. s. w. wie auch unter dem Einflusse der Blutkörperchen sofort auf das gelöste Guajak sich überführen lässt. Ein paar Tropfen dieses Oeles mit einigen Grammen Guajaktinctur vermischt, bleiben beim Zufügen von Malzauszug völlig ungefärbt, während dagegen die Blutkörperchen unverweilt die tiefste Bläuung verursachen.

Aus den angegebenen Thatsachen geht somit hervor, dass nur derjenige Theil des in dem Terpentinöl u. s. w. enthaltenen beweglichen Sauerstoffes, welcher auf das gesäuerte Wasser übertragbar ist, von dem Malzauszug zur Verbindung mit dem Guajak bestimmt wird, während dagegen die Blutkörperchen die Ueberführung der beiden Sauerstoffhälften auf das Harz zu bewirken vermögen, woher es eben kommt, dass die mit O-haltigem Terpentinöl vermischte Guajaktinctur durch die

Blutkörperchen tiefer als durch den Malzauszug gebläuet wird. In der oben angeführten Arbeit ist bemerkt, dass unter dem Einflusse des Lichtes auch die fetten Oele Sauerstoff aufnehmen, welcher auf andere oxidirbare Materien und mit Beihülfe der Blutkörperchen auch auf das Guajak sich übertragen lasse, wesshalb ich die alkoholische Lösung dieses Harzes in Verbindung mit den besagten Körperchen als höchst empfindliches Reagens auf den in fetten Oelen enthaltenen beweglichen Sauerstoff empfohlen habe. Zu gleicher Zeit ist angegeben worden, dass solche Oele ihren beweglichen Sauerstoff nicht an gesäuertes Wasser abtreten, wie lange man sie auch mit Lezterm schütteln möge. Ich finde nun, dass die mit solchen O-haltigen Oelen vermischte Guajaktinctur durch Malzauszug nicht im Mindesten gebläuet wird, während die Blutkörperchen in kurzer Zeit die tiefste Bläuung hervorrufen.

Aus voranstehenden Angaben lässt sich daher abnehmen, dass nur derjenige in organischen Materien vorhandene bewegliche Sauerstoff, welcher mit dem Wasser zu HO_2 sich verbinden lässt, durch den Malzauszug auf das Guajakharz überführbar ist, wobei ich noch bemerken will, dass die etwas conzentrirten (in der Kälte bereiteten) wässerigen Auszüge aller bis jetzt von mir untersuchten Pflanzensamen, namentlich der Cerealien, wie derjenige des Malzes sich verhalten, jedoch weniger wirksam als der letztere sind.

Wenn nun vorerst auch die in dieser Mittheilung beschriebenen Thatsachen noch vereinzelt dastehen, d. h. die Einsicht in ihren Zusammenhang mit anderweitigen namentlich chemisch-physiologischen Erscheinungen uns noch mangelt, so scheinen sie mir doch schon desshalb von einer allgemeinen Bedeutung zu sein, weil alles, was sich auf das Verhalten des Sauerstoffes zu organi-

schen Materien bezieht, ein physiologisches Interesse haben muss. So viel ist jedenfalls gewiss, dass die thatsächlichen Ergebnisse, zu welchen die neuern über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen geführt haben, völlig unerwartet gewesen sind. Die Thatsache allein schon, dass in der gleichen Materie, wie z. B. im Terpentinöl, der Sauerstoff verschiedene Grade der Beweglichkeit und Thätigkeit zeigt, beurkundet deutlichst, dass wir noch weit davon entfernt sind, die Vorgänge genau zu kennen, welche bei der Einwirkung dieses Elementes auf organische Materien stattfinden und noch ein weites Feld der Forschung auf diesem Gebiete vor uns ausgebreitet liegt.

VI.

Ueber das Verhalten der Aldehyde zum gewöhnlichen Sauerstoff.

Auf eine Anzahl von Thatsachen mich stützend, habe ich schon vor Jahren die Ansicht geltend zu machen gesucht, dass der gewöhnliche Sauerstoff als solcher der chemischen Verbindung unfähig sei und der Oxidation jeder Materie eine Zustandsveränderung (Activirung) dieses Elementes vorausgehen müsse. Dem Anscheine nach oxidirt derselbe zwar viele unorganische und organische Substanzen schon bei gewöhnlicher Temperatur, in welchem Falle namentlich die Aldehyde sich befinden, welche bekanntlich in Berührung mit atmosphärischer Luft leicht zu Säuren sich oxidiren; aber gerade diese merkwürdige Gruppe organischer Körper ist ganz besonders dazu geeignet, das ihrer Oxidation vorausgehende Thätigwerden (Ozonisation) des gewöhnlichen

Sauerstoffes experimentell nachzuweisen, unter welchen Aldehyden selbst wieder der Valerylwasserstoff es ist, an dem der besagte Vorgang am augenfälligsten beobachtet werden kann. Mein Freund Herr Städeler hatte die Güte, mir dieses Aldehyd in reinem Zustande zur Verfügung zu stellen und, obwohl die Menge hievon nicht gross war, so reichte sie doch vollkommen hin, die in Nachstehendem beschriebenen Thatsachen auf das Sicherste festzustellen.

Bekanntlich wirkt der gewöhnliche Sauerstoff (bei gewöhnlicher Temperatur) nicht im Geringsten auf die Indigolösung, das Guajak, Jodkalium, Thalliumoxidul und das schwefelsaure Manganoxidul ein, während das Ozon den Indigo zerstört, das Harz bläuet, aus dem Haloidsalze Jod abscheidet, das Thalliumoxidul in das braune Oxid und die Basis des Sulfates in Mangansuperoxid überführt, wesshalb die mit den genannten Substanzen behafteten und der Einwirkung des Ozons ausgesetzten Papierstreifen gebleicht oder gefärbt werden und daher als bequeme Reagentien auf den thätigen Sauerstoff dienen können.

Solche Streifen, in einem luft- oder sauerstoffhaltigen Fläschchen von etwa 25^{cc} aufgehangen, in welches man einen oder zwei Tropfen des Valerylaldehydes hat fallen lassen, bleiben in völliger Dunkelheit so gut als unverändert, ganz anders aber, alles Uebrige sonst gleich, verhält sich die Sache im unmittelbaren Sonnenlichte. Ist dasselbe sehr kräftig, so fängt das feuchte guajak- und stärkehaltige Jodkaliumpapier sofort an sich zu bläuen, bald die tiefste Färbung annehmend, wird das ebenfalls feuchte und mässig stark gebläuete Indigopapier in wenigen Minuten gebleicht und in kurzer Zeit auch das Thallium- und Manganpapier deutlichst gebräunt sein, wobei kaum nöthig ist, zu bemerken,

dass mit diesen Ozonreactionen auch die Bildung von Baldriansäure Hand in Hand geht, wie diess die Röthung des feuchten Lakmuspapieres beurkundet.

Hat man das flüssige Aldehyd in der Dunkelheit auf längere Zeit mit reinem Sauerstoff oder atmosphärischer Luft zusammengeschüttelt, so lässt es doch die Guajaktinctur und den Jodkaliumkleister völlig ungefärbt, findet aber das Schütteln in unmittelbarem Sonnenlichte statt, so erlangt dasselbe rasch die Fähigkeit, die beiden genannten Reagentien augenblicklich bis zur Undurchsichtigkeit tief zu bläuen, was beweist, dass das so behandelte Aldehyd thätigen und noch übertragbaren Sauerstoff enthält. Nach kurzem Stehen in der Dunkelheit bringt jedoch die Flüssigkeit diese oxidirenden Wirkungen nicht mehr hervor, zum Beweise, dass der besagte Sauerstoff eine festere Verbindung eingegangen, d. h. zur Bildung von Baldriansäure gedient hat, wie in der That nun auch das Aldehyd sauer reagirt.

Aus diesen Angaben erhellt, dass unter dem gleichzeitigen Einflusse des Aldehydes und des Sonnenlichtes der gewöhnliche Sauerstoff rasch in den thätigen Zustand versetzt wird, so dass derselbe nicht nur auf das Valeral, sondern auch noch auf andere ihm dargebotene Materien wie der ozonisirte Sauerstoff einwirkt. Und da das unter Lichteinfluss mit gewöhnlichem Sauerstoff geschüttelte flüssige Aldehyd anfänglich noch die Wirkungen des Ozons auf das Guajak u. s. w. hervorbringt, so lässt sich hieraus abnehmen, dass der Sauerstoff nach seiner Activirung nicht sofort mit dem Valeral zu Baldriansäure sich verbindet, sondern anfänglich mit demselben nur locker sich vergesellschaftet, um jedoch bald, auch bei Abwesenheit von Licht, in einen festen gebundenen Zustand zu treten, d. h. mit dem Aldehyd die Valerylsäure zu bilden.

Wiederholt habe ich die Ansicht ausgesprochen, dass wo nicht alle doch sehr viele chemische Verbindungen, namentlich aber diejenigen, welche der Sauerstoff mit den übrigen Elementen eingeht, nicht urplötzlich zu Stande kommen, sondern dieselben, wie einen Anfang und ein Ende, so auch eine Mitte haben, so dass die vollendete Bildung einer zusammengesetzten Materie gleichsam nur die Schlussscene eines aus mehreren Acten bestehenden chemischen Drama's sei. Beim Zusammentreffen des gewöhnlichen besonneten Sauerstoffes mit dem Valerylaldehyd findet erst die Activirung dieses Elementes statt, dann die lockere Vergesellschaftung des veränderten Sauerstoffes mit dem Aldehyd und schliesslich die Umsetzung dieser beiden Materien in Baldriansäure, während die gewöhnliche Vorstellung den Sauerstoff und das Aldehyd so zu sagen Knall und Fall miteinander zu der genannten Säure sich verbinden lässt, ohne irgend welche Zwischenvorgänge anzunehmen. Dass man bisher die Letztern nicht beachtet hat, rührt hauptsächlich von der in vielen Fällen so rasch stattfindenden Aufeinanderfolge der verschiedenen Vorgänge her, welche bei chemischen Verbindungen Platz greifen, so dass Nichts zwischen Anfang und Ende derselben zu liegen scheint. Niemand wird aber in Abrede stellen wollen, dass die Kenntniss der angedeuteten Vorgänge zum Ganzen der Wissenschaft eben so gut gehöre, als diejenige der Endergebnisse, welche Letzteren freilich ungleich leichter als die Ersteren sich ermitteln lassen.

In einer schon vor Jahren von mir über das Bittermandelöl veröffentlichten Arbeit ist gezeigt worden, dass der gewöhnliche Sauerstoff, bevor er dasselbe zu Benzoesäure oxidirt, unter dem Einflusse des Sonnenlichtes in den thätigen Zustand trete, wie aus der Thatsache erhellt, dass das besagte Oel nur kurze Zeit mit besonneter

Luft geschüttelt die Guajaktinctur und den Jodkaliumkleister zu bläuen wie auch noch anderweitige Oxidationswirkungen hervorzubringen vermag, gleich denen, welche das Ozon verursacht. Und ebenso haben meine in neuester Zeit mit dem Acetylwasserstoff angestellten Versuche zu Ergebnissen geführt, vollkommen übereinstimmend mit denjenigen, welche mit dem Valerylwasserstoff erhalten wurden. Die oben genannten Reagenspapiere in einem Gemeng von gewöhnlichem Sauerstoff oder atmosphärischer Luft und Aldehyddampf aufgefangen, verändern sich in der Dunkelheit nicht, zeigen jedoch im unmittelbaren Sonnenlichte ziemlich rasch die unter den gleichen Umständen mit dem Valeral erhaltenen Reactionen: es wird das Indigopapier gebleicht, das guajak- oder jodkaliumstärkehaltige gebläuet, das manganhaltige gebräunt u. s. w. Auch erlangt das flüssige Acetylaldehyd durch kurzes Schütteln mit besonnter Luft die Eigenschaft, die Guajaktinctur und den Jodkaliumkleister auf das tiefste zu bläuen, um dieselbe im Dunkeln nach kurzer Zeit wieder zu verlieren. Und wenn nun obigen Angaben gemäss die drei Aldehyde: der Acetyl-, Valeryl- und der Benzoylwasserstoff unter der gleichzeitigen Mitwirkung des Sonnenlichtes den gewöhnlichen Sauerstoff in den thätigen Zustand versetzen, so ist kaum daran zu zweifeln, dass auch die übrigen Aldehyde in ähnlicher Weise sich verhalten werden.

Da die Oxidation der Körper sicherlich der wichtigste aller chemischen Vorgänge ist und desshalb eine möglichst genaue Kenntniss der Umstände und Bedingungen, unter welchen sie stattfindet, eine nicht geringe theoretische Bedeutung hat, so dürfte es belehrend sein, beim Vortrage der Chemie am schicklichen Orte das typische Verhalten des Valerylaldehydes zum beleuchteten gewöhnlichen Sauerstoff durch einen eben

so einfachen als lehrreichen Versuch den Zuhörern anschaulich zu machen. Zu diesem Behufe bringe man in eine halblitergrosse sauerstoff- oder lufthaltige Flasche etwa zehn Tropfen des genannten Aldehydes, hänge darin die obengenannten Reagenspapiere auf und lasse auf das Versuchsgefäss kräftiges Sonnenlicht fallen, unter welchen Umständen die oxidirenden Wirkungen des thätig gewordenen Sauerstoffes rasch und in augenfälligster Weise hervorgebracht werden. Der Vergleichung halber führe man dieselben Reagenspapiere in stark (durch Phosphor u. s. w.) ozonisirte Luft ein, wodurch dieselben gerade so wie durch das besonnete Gemeng von gewöhnlichem Sauerstoff und dem Aldehyddampf verändert werden.

Es kann wohl keinem Zweifel unterworfen sein, dass auch noch andere organische Materien in ihrem Verhalten zum beleuchteten Sauerstoff den Aldehyden gleichen; und dass diess mit manchen ätherischen Oelen der Fall sei, haben meine frühern Versuche dargethan. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass Vorgänge, ähnlich den oben bezeichneten, auch bei der Verwesung organischer Materien, beim Bleichen vegetabilischer Pigmente u. s. w. stattfinden und bei derartigen Oxidationen das Licht eine wichtige Rolle spielt.

VII.

Ueber das Verhalten einiger organischer Materien zum Ozon.

Zu seiner Zeit ist von mir gezeigt und seither auch durch die Versuche anderer Chemiker bestätiget worden, dass die meisten organischen Materien durch den ozonisirten Sauerstoff schon bei gewöhnlicher Temperatur

oxidirt und Manche derselben, wie z. B. die Gerbsäure, Pyrogallussäure, das Hämatoxylin, Anilin u. s. w. sogar vollständig verbrannt werden. Auch habe ich wiederholt darauf aufmerksam gemacht und in der voranstehenden Mittheilung dargethan, dass manche organischen Substanzen thätigen Sauerstoff als solchen enthalten können, welche Thatsache mich vermuthen liess, dass ein solches Verhalten eher Regel als Ausnahme sei, d. h. der aufgenommene thätige Sauerstoff, bevor er wirkliche Oxidationswirkungen auf eine organische Materie hervorbringt, mit derselben je nach ihrer Natur kürzere oder längere Zeit als solcher vergesellschaftet sein und in diesem Zustand auf andere oxidirbare Substanzen übergeführt werden könne.

Da alle Pflanzensaamen albuminose Materien enthalten, gleich dem Platin und den Blutkörperchen mit dem Vermögen begabt, das Wasserstoffsuperoxid zu zerlegen und die HO_2-haltige Guajaktinctur zu bläuen, Materien also, die eigenthümliche Beziehungen zum Sauerstoffe zeigen, so bestimmte mich dieser Umstand, mit den wässerigen Auszügen einer Anzahl von Pflanzensaamen einige Versuche über das Verhalten derselben zum ozonisirten Sauerstoff anzustellen, deren Ergebnisse einiges Interesse darbieten und bei welchem Anlass ich bemerken will, dass die besagten Auszüge aus den zerstampften Saamen bei gewöhnlicher Temperatur bereitet wurden, wozu sich wieder am besten die Cerealien und vor allen die gekeimte Gerste (geschrottetes Malz) eignen.

Was den bei meinen Versuchen angewendeten thätigen Sauerstoff betrifft, so wurde mit Hülfe des Phosphor in bekannter Weise die atmosphärische Luft einer sechs Liter grossen Flasche so stark ozonisirt, dass ein in dieselbe eingeführter Streifen feuchten Jodkaliumstärkepapieres augenblicklich schwarzblau oder ein mit Thallium-

oxidullösung getränkter Papierstreifen in wenigen Sekunden sich deutlich bräunte, wobei es sich von selbst versteht, dass die so ozonisirte Luft gewaschen wurde, bevor man sie mit den wässerigen Saamenauszügen in Berührung setzte.

20 — 30 Gramme etwas conzentrirten Malzauszuges nur wenige Minuten lang mit der ozonisirten Luft zusammengeschüttelt, liefern eine Flüssigkeit, welche für sich allein die Guajaktinctur sofort augenfälligst bläuet, in welcher Weise sich auch die Auszüge anderer Saamen verhalten, was beweist, dass sie thätigen Sauerstoff enthalten. Da bei gewöhnlicher Temperatur diese Flüssigkeiten die Harzlösung selbst nach mehrstündigem Stehen noch deutlich, obgleich schwächer als anfänglich, bläuen, so erhellt auch hieraus wieder, dass der ozonisirte Sauerstoff als solcher eine merklich lange Zeit mit organischen Materien vergesellschaftet sein kann, eine Thatsache, die nach meinem Ermessen nicht ohne physiologische Bedeutung ist. Kaum bedarf es noch der ausdrücklichen Bemerkung, dass die besprochenen Auszüge ihr Vermögen, die Guajaktinctur zu bläuen, allmählig von selbst verlieren, wie diess in der Regel mit allen im flüssigen Zustande befindlichen organischen Materien der Fall ist, welche ozonisirten Sauerstoff enthalten, und eben so versteht es sich von selbst, dass ozongierige Substanzen, wie z. B. die Gerbsäuren u. s. w. die gleiche Wirkung augenblicklich hervorbringen. Schliesslich erwähne ich noch, dass die wässrigen Lösungen des Eiweisses, Caseïns und Leimes beim Schütteln mit ozonisirter Luft ebenfalls thätigen Sauerstoff aufnehmen, welcher jedoch nur unter der Mitwirkung des gewöhnlichen Malzauszuges auf die Guajaktinctur sich überführen lässt, wie aus der unter diesen Umständen eintretenden Bläuung dieser Harzlösung erhellt.

VIII.

Ueber die Erzeugnisse der langsamen Verbrennung des Aethers.

Vor vielen Jahren schon ermittelte ich die Thatsache, dass bei der langsamen Verbrennung des Aethers eine Materie zum Vorschein kommt, welche den Jodkaliumkleister augenblicklich auf das Tiefste zu bläuen und noch anderweitige Oxidationswirkungen hervorzubringen vermag, gleich denen, welche der thätige Sauerstoff verursacht, wesshalb ich glaubte hieraus schliessen zu dürfen, dass wie bei der langsamen Verbrennung des Phosphors so auch bei derjenigen des Aethers Ozon auftrete. Später fand ich, das die Letztere der langsamen Verbrennung des Phosphors auch darin gleiche, dass dabei Wasserstoffsuperoxid gebildet wird. Nachstehende Angaben über die Ergebnisse einiger neuern Versuche werden meine frühern den gleichen Gegenstand betreffenden Mittheilungen in Etwas vervollständigen.

Lässt man einige Tropfen reinen Aethers in einen halblitergrossen Kolben fallen und führt man nach deren Verdampfung eine mässig stark erhitzte Spirale von etwas dickem Platindraht in das Gefäss ein, um dadurch die langsame Verbrennung des Aetherdampfes anzufachen, so wird schon nach wenigen Sekunden so viel einer ozonhaltigen Materie und von Wasserstoffsuperoxid sich gebildet haben, dass beide mit Hülfe geeigneter Reagentien augenfälligst sich nachweisen lassen. Zu diesem Behufe hat man nach erfolgter Verbrennung des Aethers den Inhalt des Kolbens mit einigen Grammen Wassers zu schütteln und die erhaltene Flüssigkeit zu halbiren. Fügt man zu der einen Hälfte Jodkaliumkleister, so wird derselbe sofort auf das Tiefste gebläuet, welche Reaction durch die ozonhaltige Materie und nicht

durch das vorhandene Wasserstoffsuperoxid verursacht wird, das bekanntlich in sehr verdünntem Zustande für sich allein diese Bläuung entweder gar nicht oder nur höchst langsam hervorbringt. Weiter unten werden noch einige andere Thatsachen angeführt werden, welche nach meinem Dafürhalten das Vorhandensein ozonisirten Sauerstoffes ausser Zweifel stellen. Schüttelt man die andere Hälfte der Versuchsflüssigkeit mit dem gleichen Volumen reinen Aethers und einigen Tropfen SO_3-haltiger verdünnter Chromsäurelösung zusammen, so erscheint der obenauf schwimmende Aether lasurblau, was die Anwesenheit von HO_2 in der besagten Flüssigkeit auf das Zweifelloseste beurkundet.

Da nach meinen Erfahrungen das Cyanin ein äusserst empfindliches Reagens auf den freien und gebundenen ozonisirten Sauerstoff ist, durch welchen dieser merkwürdige Farbstoff bekanntlich rasch entbläuet wird, während gegen denselben das Wasserstoffsuperoxid gleichgültig sich verhält, so benützte ich die alkoholische Lösung des Cyanins, um damit die Anwesenheit des Ozons in dem Wasser nachzuweisen, von welchem ich das Erzeugniss der langsamen Verbrennung des Aethers hatte reichlich aufnehmen lassen.

Bekanntlich entsteht bei dieser Verbrennung einige Ameisen- und Essigsäure, wesshalb die Versuchsflüssigkeit das Lakmuspapier merklich stark röthet, und da nach meinen Versuchen alle freien Säuren die Cyaninlösung entbläuen, so neutralisirte ich die besagte Flüssigkeit mittelst Natrons auf das Genaueste, ehe ihr Verhalten zum Farbstoff geprüft wurde. Trotz ihrer vollkommenen Neutralität besass sie doch immer noch das Vermögen, für sich allein eine merkliche Menge von Cyaninlösung zu entbläuen und damit eine farblose Flüssigkeit zu bilden, welche durch ozongierige Substanzen (AsO_3, HS,

Pyrogallussäure u. s. w.) wieder merklich stark sich bläuen liess und auch anderweitig ganz so sich verhielt, wie das durch Ozon entbläuete Cyanin. Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass die voranstehenden Angaben nur von der frisch bereiteten Versuchsflüssigkeit gelten; denn ist dieselbe nur wenige Stunden alt geworden, so vermag sie für sich allein weder die Cyaninlösung zu entfärben noch den Jodkaliumkleister zu bläuen. Sie bringt jedoch unter der Mitwirkung kleiner Mengen verdünnter Eisenvitriollösung beide Reactionen hervor, wie dieselbe auch mit Beihülfe der Blutkörperchen oder des Malzauszuges die Guajaktinctur bläuet, Wirkungen, welche von dem in der Versuchsflüssigkeit noch vorhandenen Wasserstoffsuperoxid herrühren. Aus den erwähnten Thatsachen scheint mir mit Gewissheit hervorzugehen, dass bei der langsamen Verbrennung des Aethers ausser Ameisen- und Essigsäure, Aldehyd und Wasserstoffsuperoxid auch noch eine unbeständige ozonhaltige Materie gebildet wurde. Noch will ich beifügen, dass die frische Versuchsflüssigkeit in der Siedhitze ihren Ozongehalt beinahe augenblicklich verliert, nicht aber denjenigen an HO_2, wie sich diess aus meinen frühern Angaben über die verhältnissmässig grosse Beständigkeit dieses mit Wasser stark verdünnten Superoxides leicht begreifen lässt.

Ehe ich meine Vermuthung über die Ursache des erwähnten Verschwindens des Ozons äussere, dürfte es am Orte sein, an meine frühern Mittheilungen zu erinnern, nach welchen beim Zusammentreffen des ölbildenden Gases mit ozonisirtem Sauerstoff eine ozonhaltige Materie entsteht, derjenigen ganz ähnlich, welche bei der langsamen Verbrennung des Aethers zum Vorschein kommt. Lässt man zu möglichst stark ozonisirter Luft so viel ölbildendes Gas treten, bis ein in das Versuchs-

gefäss eingeführter Streifen feuchten Jodkaliumstärkepapieres nicht mehr sofort gebläuet wird, so ist der so karakteristische Ozongeruch nicht mehr wahrnehmbar und an dessen Stelle ein widrig stechender getreten ganz ähnlich demjenigen, welcher bei der langsamen Verbrennung des Aethers auftritt. Gleichzeitig erfüllt sich das Gefäss mit einem bläulich weissen Qualm, welcher von zugegossenem Wasser ziemlich rasch aufgenommen wird. Fasste bei meinen Versuchen das ozonhaltige Gefäss 25 Liter und liess man den besagten Qualm von 50 Grammen Wassers aufnehmen, so wurde eine Flüssigkeit erhalten, welche anfänglich nicht im Mindesten sauer reagirte, einen beissenden Geruch und Geschmack hatte, den Jodkaliumkleister augenblicklich tief bläuete und was ich ganz besonders hervorheben will, eine verhältnissmässig grosse Menge von Cyalinlösung entbläuete, damit eine Flüssigkeit bildend, welche durch ozongierige Materien wieder gebläuet wurde und auch in jeder andern Beziehung ganz so sich verhielt, wie die durch freies Ozon, Bleisuperoxid u. s. w. entfärbte Cyaninlösung. Und ich füge noch bei, dass die in Rede stehende Flüssigkeit dem ozonhaltigen Erzeugnisse der langsamen Verbrennung des Aethers auch noch darin gleicht, dass sie ihre oxidirende Wirksamkeit bei gewöhnlicher Temperatur allmählig und in der Siedhitze beinahe augenblicklich verliert.

Wenn es nun die ausgeführten Thatsachen wahrscheinlich machen, dass beim Zusammentreffen des ozonisirten Sauerstoffes mit dem Elayl dieselbe Materie entsteht, welche bei der langsamen Verbrennung des Aethers erzeugt wird, so fragt es sich, mit welcher Substanz darin der thätige Sauerstoff vergesellschaftet sei. Für die Beantwortung dieser Frage scheint die von mir schon vor Jahren ermittelte Thatsache einen Anhalts-

punkt zu gewähren, dass sowohl das Wasser, welches die Erzeugnisse der langsamen Verbrennung des Aethers aufgenommen, als auch dasjenige, welches die aus Aethylen und Ozon gebildete Materie enthält, im frisch bereiteten Zustande mit Jodkalium Aethylenjodür ($C^4 H^4 J^2$) unter Ausscheidung von einigem Jod erzeugt, welche Thatsache der Vermuthung Raum gibt, dass die beiden fraglichen ozonhaltigen Materien aus ölbildendem Gas und ozonisirtem Sauerstoff zusammengesetzt seien. Die Annahme von Verbindungen, in welchen leicht oxidirbare Materien mit thätigem Sauerstoff als solchem (auf einige Zeit wenigstens) vergesellschaftet sind, kann nicht mehr auffallen, seit wir eine Anzahl derartiger Verbindungen kennen wie z. B. diejenigen des Guajaks, des Cyanins, mehrere Aldehyde und viele in verschiedenen Pflanzen (z. B. in den Blättern u. s. w. von Leontodon Taraxacum, Lactuca etc.) enthaltenen Materien mit solchem Sauerstoff. Ebenso ist von den Camphenen, vielen andern ätherischen und fetten Oelen bekannt, dass sie mit Sauerstoff verbunden sein können, welcher in einem noch übertragbaren Zustande sich befindet.

Da man den Aether seinen Elementen nach auch als $C^4 H^4 + HO$ betrachten könnte, so lässt es sich wohl denken, dass unter dem Einflusse der Wärme der gewöhnliche Sauerstoff bestimmt würde, zum Theil auf $C^4 H^4$ sich zu werfen, um Aethylenozonid zu bilden, zum Theil auf HO, um Wasserstoffsuperoxid zu erzeugen, wie ja auch bei der langsamen Oxidation des Phosphors, vieler Metalle und organischer Materien der vorhandene gewöhnliche Sauerstoff chemisch erregt wird und zwischen diesen oxidirbaren Substanzen und dem Wasser sich theilt.

So weit meine hisherigen Erfahrungen gehen, gibt es kein organisches Ozonid, welches im gelösten Zu-

stande bei gewöhnlicher Temperatur längere Zeit unverändert bliebe. Das ozonisirte Guajak und Cyanin z. B. fangen unmittelbar nach ihrer Bildung an, sich chemisch zu verändern und zwar alles Uebrige sonst gleich, im Lichte rascher als in der Dunkelheit, wobei der ursprünglich in der Verbindung enthaltene thätige Sauerstoff verschwindet. Schon längst ist bekannt, dass die durch oxidirende Agentien gebläuete Guajaktinctur von selbst sich entfärbt, nach meinen Beobachtungen ungleich schneller im Sonnenlicht als in der Dunkelheit. Bei wiederholter Färbung und Entfärbung der gleichen Harzlösung verliert dieselbe die Fähigkeit, durch thätigen Sauerstoff sich bläuen zu lassen, was beweist, dass dadurch der chemische Bestand des Harzes verändert wird, indem der mit dem Harz anfänglich nur locker vergesellschaftete Sauerstoff innigere Verbindungen eingeht, d. h. wirkliche Oxidationswirkungen hervorbringt. In ähnlicher Weise verhält sich auch die durch Ozon entbläuete Cyaninlösung, aus welcher anfänglich der Farbstoff durch ozongierige Substanzen noch unverändert sich abtrennen lässt, die aber bald diese Eigenschaft verliert und zwar im Sonnenlicht ebenfalls rascher als in der Dunkelheit. So umgeändert lässt sich durch kein Mittel mehr Cyanin aus der Lösung abscheiden, wie dieselbe auch keine Oxidationswirkung mehr hervorzubringen vermag, zum Beweis, dass beides, Farbstoff und übertragbarer Sauerstoff, verschwunden sind. Hieraus erhellt somit, dass das ozonhaltige Guajak und Cyanin sehr unbeständige Verbindungen sind und unmittelbar nach ihrer Bildung, je nach Temperatur und Lichtstärke rascher oder langsamer, in anderartige Materien sich umsetzen. Was nun die wässerige Lösung der bei der langsamen Verbrennung des Aethers oder beim Zusammentreffen des ozonisirten Sauerstoffes mit dem öl-

bildenden Gas betrifft, so zeigt sie eine Veränderlichkeit, völlig ähnlich dem gelösten ozonisirten Guajak oder Cyanin. Es ist bereits angegeben, dass die wässerige Lösung des Erzeugnisses der Einwirkung des Ozons auf C^4H^4 anfänglich keine Spur von Säure enthält; lässt man aber diese von der Luft völlig abgeschlossene Flüssigkeit sich selbst über, so zeigt sie bald eine saure Reaction, die ihr Maximum erreicht hat, so bald sie keinen thätigen Sauerstoff mehr enthält, d. h. aufhört, den Jodkaliumkleister zu bläuen.

Was die Natur dieser Säure betrifft, so ist aller Grund zu der Annahme vorhanden, dass sie Ameisensäure sei. Wurde eine grössere Menge der besagten schwach sauer gewordenen Flüssigkeit erst mit Natron neutralisirt und dann bis auf einen kleinen Rest eingedampft, so schied letzterer beim Erwärmen mit einiger Silberlösung metallisches Silber aus, wie auch der gleiche Rückstand, mit einiger Schwefelsäure zusammengebracht und erwärmt, eine saure Materie entband, welche die so karakteristischen Eigenschaften der Ameisensäure zeigte. Liess ich das sauer reagirende und durch Natron neutralisirte Wasser, welches die Erzeugnisse der langsamen Verbrennung des Aethers aufgenommen hatte und den Jodkaliumkleister für sich allein noch tief zu bläuen vermochte, unter völligem Ausschlusse der atmosphärischen Luft so lange sich selbst über, bis es die letzterwähnte Reaction nicht mehr hervorbringen konnte, so vermochte es wieder das Lakmuspapier deutlich zu röthen, zum Beweise, dass sich unter diesen Umständen eine Säure gebildet. Da schon bei der langsamen Verbrennung des Aethers einige Ameisen- und Essigsäure sich erzeugt, so lässt sich in dem vorliegenden Falle nicht so leicht wie in dem vorigen entscheiden, welcher von beiden Säuren das Wiedersauerwerden der in Rede stehen-

den Flüssigkeit zuzuschreiben sei. Da sich aber kaum daran zweifeln lässt, dass im erstern Falle das Auftreten von Ameisensäure eine Folge der freiwilligen Umsetzung des Aethylenozonides sei und nach obigen Angaben es so gut als gewiss ist, dass dieses Ozonid auch bei der langsamen Verbrennung des Aethers entstehe, so wird hieraus höchst wahrscheinlich, dass auch die im zweiten Falle sich bildende Säure Ameisensäure sei. So lange wir das Verhältniss nicht kennen, nach welchem der ozonisirte Sauerstoff mit dem ölbildenden Gas zusammentritt, welches aus mancherlei Gründen, namentlich der so grossen Veränderlichkeit dieser Verbindung halber, nicht leicht zu ermitteln sein dürfte, können wir auch nicht einmal vermuthungsweise sagen, welche Materie ausser der Ameisensäure aus der Umsetzung des in Wasser gelösten Aethylenozonides hervorgehen könnte.

In Betracht der Verwickeltheit der chemischen Vorgänge, welche bei der langsamen Verbrennung des Aethers stattfinden, und der so verschiedenartigen dabei zum Vorschein kommenden Verbindungen, von welchen die Eine erwähntermaassen unter den Händen sich verändert, scheint mir eine genügende Erklärung dieses Vorganges mit allen denselben begleitenden Umständen eine der schwierigsten Aufgaben zu sein, welche die Chemie noch zu lösen hat. Um zu diesem Ziele zu gelangen, verdient daher jede Thatsache, welche möglicher Weise auf diesen Gegenstand sich beziehen könnte, die Beachtung des Chemikers, wesshalb ich schliesslich noch auf eine Materie aufmerksam machen will, welche sowohl bei der langsamen Verbrennung des Aethers als auch beim Zusammentreffen des Ozons mit dem Aethylen zum Vorschein kommt, und über deren chemische Natur wir bis jetzt noch nichts Sicheres zu sagen wissen. Es ist diejenige Materie, welche so äusserst unangenehm stechend riecht und die Augen

treffend, dieselben zum Thränenerguss reizt. Man hat bekanntlich diesen Geruch einer eigenthümlichen Säure, der sogenannten Lampensäure, zugeschrieben, aber Alles, was darüber Daniell und andere angegeben haben, ist ungenügend. Zwar weiss auch ich nicht zu sagen, was die fragliche Materie sei, doch dürften die nachstehenden Angaben darüber beachtenswerth sein.

Wasser, reichlichst mit den Ezeugnissen der langsamen Verbrennung des Aethers beladen und so lange sich selbst überlassen, bis es für sich allein den Jodkaliumkleister nicht mehr zu bläuen vermochte, wurde mit kohlensaurem Natron neutralisirt und bis zur Trockniss abgedampft. Während der ganzen Dauer dieser Operation zeigten die weggehenden Wasserdämpfe den stechenden Geruch; erhitzte man aber den salzigen Rückstand nur kurze Zeit nahe bis zu seinem Zersetzungspunkt, so liess sich von dem besagten Geruche nichts mehr bemerken, auch dann nicht, wenn man die wässerige Lösung des besagten Rückstandes bis zum Sieden erhitzte. Das so beschaffene Salz mit verdünnter Schwefelsäure übergossen, liess eine Flüssigkeit überdestilliren, welche den Geruch der Ameisensäure wie auch die reducirenden Eigenschaften derselben zeigte. Bei der Destillation der gleichen neutralisirten Flüssigkeit geht Wasser über, welches nicht sauer reagirt, aber den erwähnten beissenden Geruch und Geschmack zeigt wie auch die Eigenschaft besitzt, die wässerige Jodstärke zu entbläuen [1]) und damit erhitzte Silberlösung zu bräunen.

---

[1]) Hiemit hängt ohne Zweifel die Thatsache zusammen, dass das mit den Erzeugnissen der langsamen Verbrennung des Aethers beladene und längere Zeit sich selbst überlassene Wasser, welches immer noch einiges Wasserstoffsuperoxid enthält, unter der Mitwirkung verdünnter Eisenvitriollösung anfänglich zwar tief gebläuet

Alle die angeführten Thatsachen lassen daher schliessen, dass die bei der langsamen Verbrennung des Aethers u. s w. erzeugte stechend riechende Materie eine oxidirbare Substanz sei, welche möglicher Weise ein Umsetzungserzeugniss des Aethylenozonides sein könnte. Da bei der langsamen Verbrennung des Aethers verhältnissmässig nur äusserst kleine Mengen der riechenden Materie gebildet werden, so wären natürlich grössere Quantitäten der Erzeugnisse der besagten Verbrennung erforderlich, um die fragliche Substanz daraus in einer zur chemischen Analyse hinreichenden Menge darzustellen. Wie ich glaube, würde es der Mühe eines Chemikers werth sein, die Erzeugnisse der langsamen Verbrennung des Aethers zum Gegenstand einer umfassenden Arbeit zu machen.

IX.

Ueber eine eigenthümliche Bildungsweise der Ameisensäure.

Da einer frühern Angabe gemäss der ozonisirte Sauerstoff mit dem ölbildenden Gas Ameisensäure zu erzeugen vermag, und bekanntlich unter der Mitwirkung gelöster Eisenoxidulsalze die Hälfte des im Wasserstoffsuperoxid enthaltenen Sauerstoffes eine ozonartige Wirksamkeit zeigt, so musste ich es für möglich halten, dass mit Beihülfe der genannten Salze aus HO_2 und $C^4 H^4$ ebenfalls die besagte Säure gebildet werden könnte.

---

wird, aber rasch wieder von selbst sich entfärbt. Es wird diese Entbläuung durch die in dem besagten Wasser enthaltene riechende und jodbindende Materie bewerkstelligt.

Zunächst überzeugte ich mich, dass die beiden letztern Substanzen für sich allein vollkommen gleichgültig zu einander sich verhalten und in dem Wasserstoffsuperoxid desshalb keine Spur einer Säure sich nachweisen liess, wie lange es auch mit dem Gas geschüttelt werden mochte. Anders verhält sich die Sache bei Anwesenheit eines Eisenoxidulsalzes. Giesst man in eine mit $C^4 H^4$ gefüllte Flasche erst HO_2, dann ein wenig Eisenvitriollösung, und schüttelt man sofort den Inhalt des Gefässes lebhaft zusammen, so trübt sich die Flüssigkeit in Folge der Bildung eines basischen Eisenoxidsalzes, welches selbstverständlich auf Kosten eines Theiles des vorhandenen HO_2 erzeugt wird. Man untersucht nun nach kurzem Schütteln, ob die Flüssigkeit den Jodkaliumkleister beim Zufügen einiger Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung bläue, in welchem Falle noch unzersetztes Superoxid vorhanden ist. Es wird desshalb zu der Versuchsflüssigkeit unter Schütteln abermals eine kleine Menge der erwähnten Eisenlösung gefügt und hat man sich in der vorhin angegebenen Weise überzeugt, dass kein HO_2 mehr vorhanden ist, so wird aus der Flüssigkeit Eisenoxid und Oxidul mittelst Natrons gefällt, dieselbe filtrirt, bis auf einen verhältnissmässig kleinen Raum abgedampft und, mit einiger Schwefelsäure versetzt, der Destillation unterworfen. Die übergehende Flüssigkeit reagirt deutlichst sauer und nimmt einiges Silberoxid auf, aus welcher beim Erhitzen das Metall sich abscheidet. Diese Thatsachen scheinen mich zu der Annahme zu berechtigen, dass bei der gleichzeitigen Einwirkung des Wasserstoffsuperoxides und eines Eisenoxidulsalzes auf das Aethylen Ameisensäure gebildet werde. Die Menge der unter diesen Umständen gebildeten Säure ist im Verhältniss zu dem dabei verbrauchten HO_2 allerdings eine sehr kleine, wie diess aber dess-

halb nicht anders sein kann, weil der Luftigkeit von $C^4 H^4$ halber gleichzeitig davon verhältnissmässig nur sehr wenig in Berührung mit dem flüssigen HO_2 und Eisensalze kommen kann und letzteres die Hälfte des Sauerstoffes aus dem Superoxide gierigst aufnimmt, wesshalb bei weitem der grösste Theil des verwendeten HO_2 zur Oxidation des Eisenoxiduls verbraucht wird.

X.

Einige Angaben über das Wasserstoffsuperoxid.

In einer meiner frühern Arbeiten über dieses Superoxid ist bemerkt, dass dasselbe, stark mit Wasser verdünnt, durch Abdampfen bei der Siedhitze sich concentriren lasse, welches Verhalten es möglich macht, dasselbe in Wasser von so kleinem HO_2-Gehalt, dass er kaum noch durch die empfindlichsten Reagentien sich erkennen lässt, auch mittelst der minder empfindlichen nachzuweisen.

Bekanntlich findet die Bildung von HO_2 bei der langsamen Oxidation vieler Substanzen, namentlich der oxidirbaren Metalle, z. B. des Zinkes, statt. Schüttelt man amalgamirte Spähne dieses Metalles nur wenige Augenblicke mit atmosphärischer Luft und Wasser zusammen, so enthält letzteres wohl schon HO_2, um unter Beihülfe einer Eisenoxidulsalzlösung den Jodkaliumkleister oder unter der Mitwirkung wässrigen Malzauszuges die Guajaktinctur deutlichst zu bläuen, ohne jedoch mit Chromsäure und Aether die bekannte HO_2-Reaction hervorbringen zu können. Wird aber solches Wasser auf einen kleinen Bruchtheil seines ursprünglichen Volumens abgedampft, so vermag es, mit einiger Chromsäure-

lösung und Aether zusammengeschüttelt, den letztern augenfälligst zu bläuen und, etwas angesäuert mit einer Permanganatlösung, Bleisuperoxid u. s. w., eine merklich lebhafte Entbindung von Sauerstoffgas zu veranlassen. Da die Säuren das Wasserstoffsuperoxid etwas beständiger machen, so erhält man unter sonst gleichen Umständen ein an HO_2 reicheres Wasser, wenn man lezteres vor dem Abdampfen schwach mit SO_3 ansäuert.

Wasser, welches mit langsam verbrennendem Phosphor einige Zeit in Berührung gestanden, enthält bekanntlich ausser PO_3, PO^5 und Spuren von NO_5 auch merkliche Mengen von HO_2, natürlich von letzterem um so mehr, je länger die Berührung mit dem Phosphor gedauert hat. Zwei Kilogramme solchen Wassers, welches mit Chromsäure und Aether noch keine HO_2-Reaction hervorbrachte, bis auf 50 Gramme in der Siedhitze eingedampft, färbte mit CrO_3 den Aether auf das Tiefste lasurblau und verursachte mit Kalipermanganatlösung unter Entfärbung derselben eine lebhafte Entbindung von Sauerstoffgas.

Diese Thatsachen liefern einen weitern Beweis, dass HO_2 keineswegs eine so leicht zersetzbare Verbindung ist, wie dieselbe gewöhnlich dargestellt wird, und eben so erhellt aus dem letzterwähnten Versuche, dass verhältnissmässig grosse Mengen phosphorichter Säuren mit wenig HO_2 stundenlang bis zum Siedpunkt des Wassers erhitzt sein können, ohne dass die sonst doch so leicht oxidirbare Säure das vorhandene Superoxid zu reduciren vermöchte, welche Thatsache zeigt, dass HO_2 kein so allgemeines und kräftiges oxidirendes Agens ist, als man es irriger Weise immer noch in den chemischen Lehrbüchern zu schildern pflegt.

Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre.

Von

Ed. Hagenbach.

Die nachstehende Arbeit war eine Uebungsarbeit für Herrn stud. Brefin, der die meisten der später aufgezählten Versuche unter meiner Leitung ausgeführt hat. Bei dieser Gelegenheit suchten wir uns etwas nähere Rechenschaft zu geben über die Sicherheit, welche die verschiedenen bis jetzt angewandten Methoden bei der Bestimmung der Kohlensäure der Atmosphäre liefern, und wir merkten bald, dass lange nicht alle Resultate über den Kohlensäuregehalt sowohl der freien Atmosphäre als auch der eingeschlossenen Räume die erwünschte Zuverlässigkeit bieten. Da wir nach verschiedenen Methoden experimentirt haben, so konnten wir um so eher die sichere Ueberzeugung erlangen, welches Verfahren am meisten Sicherheit und die grösste Leichtigkeit beim Arbeiten darbietet. Wenn auch die Resultate, die wir erhalten haben, nur frühere Beobachtungen bestätigen, so mag doch die Kritik der angewandten Methoden und die Aufzählung der von verschiedenen Forschern gefundenen Resultate Manchem erwünscht sein, besonders da, so viel mir bekannt, eine vollständige Darlegung dieses Gegenstandes nicht vorhanden ist.

Die erste bestimmte Angabe über das Vorkommen der Kohlensäure (damals fixed air) in der atmosphärischen

Luft findet sich bei Jos. Black [1]); er schreibt die Bildung der Kruste auf Kalkwasser und das Mildwerden des gebrannten Kalks, der an der Luft liegt, der Aufnahme der in der Atmosphäre enthaltenen Kohlensäure zu. Der irische Arzt, David Macbride [2]), spricht in seinen Experimental essays von grossem Vorrath (great store, abundance) der Kohlensäure in der Luft und schreibt ihr auch schon sehr deutlich die Rolle zu, den Pflanzen als Nahrung zu dienen. Der schwedische Chemiker Bergmann [3]) betont besonders die allgemeine Verbreitung der Kohlensäure in der Atmosphäre und schlägt desshalb für sie den Namen acidum aëreum oder atmosphæricum vor. Horace de Saussure [4]) zeigte bei seiner Besteigung des Montblanc (1787), dass auch die Luft in bedeutender Höhe noch kohlensäurehaltig ist. Wir erwähnen hier auch noch die Versuche, die Gay-Lassac und Humboldt [5]) über die Trübung des Kalkwassers durch die Luft des Theatre français anstellten, weil auch diese nur qualitativ die Anwesenheit von verhältnissmässig bedeutender Menge Kohlensäure nachwiesen, ebenso sind die Versuche von Hermstädt [6]), der in der Seeluft der

---

[1]) Experiments upon Magnesia alba, quick-lime and other alcaline substances. Edinb. Physical and Literary Essays. vol. II. p. 157 (1755). Auch besonders herausgekommen London 1777 (vid. pag. 54).

[2]) Experimental essays. London 1764. I. Aufl. pag. 258.
In der zweiten „verbesserten" Auflage ist merkwürdiger Weise die Stelle, welche von der Ernährung der Pflanzen durch die Kohlensäure in der Atmosphäre handelt, weggeblieben.

[3]) De acido aëreo. Nova Act. Societ. Upsaliensis. Vol. II. (1775). pag. 108. Auch in der Opuscula physica et chemica. 1779. I. 53.

[4]) Voyages dans les Alpes. Tom. IV.

[5]) Journal de Physique. LX. pag. 129 (1805).
Gilb. Ann. XX. pag. 38.

[6]) Schweigger Journal. XXXII. pag. 281 (1821).

Ostsee nur sehr wenig, und die Versuche von Vogel[1]) und Krüger[2]), die in der Seeluft der Ost- und Nordsee fast gar keine Kohlensäure fanden, nur auf die qualitative Reaction der Trübung des Barytwassers gegründet.

Bis jetzt haben wir nur von dem qualitativen Nachweis der Kohlensäure in der Atmosphäre gesprochen; wir gehen nun zur Besprechung der quantitativen Bestimmung über. Hierbei sind je nach dem Zwecke der Untersuchung zwei Fälle zu unterscheiden; man stellt sich nämlich entweder als Aufgabe die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der freien Atmosphäre oder der Luft in geschlossenen Räumen. Im erstern Falle handelt es sich immer um die Bestimmung einer sehr kleinen Grösse. und wenn aus den Unterschieden der Resultate, die verschiedene Beobachtungen liefern, ein Schluss gezogen werden soll, der wissenschaftliche Berechtigung hat, so muss Allem aufgeboten werden, um eine möglichst grosse Genauigkeit und Sicherheit zu erlangen; auch ist es nöthig, dass die Methode nach den verschiedenen Richtungen eine Controlle über den Grad der Genauigkeit zulasse. Im zweiten Falle sind gewöhnlich mehr sanitarische als wissenschaftliche Zwecke massgebend; auch ist dann gewöhnlich die Menge der vorhandenen Kohlensäure grösser; desshalb werden hier auch Methoden, die in Bezug auf Genauigkeit und Sicherheit einiges zu wünschen übrig lassen, ihre volle Berechtigung finden, wenn sie dafür ein schnelles und leichtes Arbeiten zulassen.

Wir wollen nun sehen, in welchem Grade die von verschiedenen Forschern eingeschlagenen Wege den erwähnten Bedingungen genügen und gelegentlich die Versuche einschalten, die wir selbst angestellt haben.

---

[1]) Gilb. Ann. LXVI. pag. 93 (1820).
Gilb. Ann. LXXII. pag. 177 (1822).

[2]) Schweigger Journal. XXXV. pag. 379 (1822).

Es sind hauptsächlich drei verschiedene Verfahren zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre angewandt worden, nämlich die Volumenmessung, die Gewichtsbestimmung und das Titrieren. Wir wollen die drei Methoden besonders besprechen.

1. Volumenmessung.

Die Menge der Kohlensäure, die der freien Luft beigemengt ist, beträgt etwa $^1/_{2000}$. Soll somit die Abnahme des Volumens in Folge der Absorption der Kohlensäure bestimmt werden, so muss, vorausgesetzt, dass man nicht mit gar zu grossen Luftmengen arbeiten will, eine Einrichtung getroffen werden, dass auch eine sehr unbedeutende Abnahme des Volumens noch gemessen werden kann. Der Umstand ferner, dass einer Temperaturänderung von $^1/_{10}$ Grad eine Ausdehnung entspricht, die dem gesammten Kohlensäuregehalt der freien Atmosphäre gleichkommt, gebietet, den Einfluss einer Temperaturänderung mit der allergrössten Sorgfalt zu vermeiden. Wenn daher auch seit der grossen Entwicklung, die hauptsächlich durch Bunsens Verdienst die voluminometrische Methode genommen hat, diese für die Bestimmung grösserer Kohlensäuremengen sehr gut anwendbar ist, so ist doch leicht einzusehen, dass zur Ermittlung der ausserordentlich kleinen Menge von Kohlensäure in der freien Atmosphäre noch ganz besondere Vorsichtsmassregeln ergriffen werden müssen, wenn nicht die Beobachtungsfehler grösser als die zu bestimmende Menge von Kohlensäure ausfallen sollen. Das letztere ist z. B. eingetreten bei den Versuchen, die Humboldt[1]) mit einem Instrumente anstellte, das er Anthrakometer nannte; die Kohlensäure wurde durch Ammoniak absorbiert und

[1]) Versuche über die chemische Zerlegung des Luftkreises. Braunschweig. 1799. Gilb. Ann. III. 77. Journal de Physique. XLVII. 202.

aus der Abnahme des Volumens wurde auf den Gehalt an Kohlensäure geschlossen. Die Angaben des Kohlensäuregehaltes, die zwischen 180 und 50 Volumentheilen auf 10,000 Theilen Luft schwanken, sind mehr als zehn mal zu gross, so dass hier die zu bestimmende Grösse von den zehn mal grössern Beobachtungsfehlern vollkommen überdeckt wird.

Wir gehen gleich über zu der Besprechung der Versuche, die in neuester Zeit von Hlasiwetz[1]) angestellt wurden, weil sie uns einigen Aufschluss über die Fehlerquellen früherer Versuche geben können. Ein sinnreich construiertes Differential-Eudiometer, bei welchem die Volumenänderung durch die Bewegung eines Weingeistindex in einer Capillarröhre angegeben wird, gestattete es, sehr kleine Aenderungen noch deutlich abzulesen; auch war der Einfluss der Temperaturänderung auf eine kleine der Berechnung zugängliche Grösse reduciert. Dennoch war es nicht möglich, mit diesem Apparate richtige Resultate zu erhalten, da flüssige und sogar feste Absorptionsmittel ausser der Kohlensäure noch Luft absorbierten und dadurch auf einen viel zu bedeutenden Gehalt an Kohlensäure hätten schliessen lassen.

Etwas verschieden von den erwähnten Methoden, bei welchen die Abnahme des Volumens beobachtet wird, ist das von Régnault und Reiset[2]) angewandte Verfahren, bei welchem aus der Abnahme des Druckes auf die Abnahme des Volumens geschlossen wird. Die bekannte Vorsicht und Sorgfalt, welche die Régnaultschen Arbeiten kennzeichnen, lassen erwarten, dass auch hier der Wissenschaft ein Verfahren geboten wird, welches

---

[1]) Wiener Akad. Sitzungsberichte XX. pag. 189 (1856).

[2]) Recherches chimiques sur la respiration des animaux des diverses classes. Ann. d. Chim. et Phys. III. 26. pag. 299 (1849).

an Genauigkeit wenig zu wünschen übrig lässt. Die Bestimmungen, die mit diesem Apparate über den Sauerstoffgehalt der Luft gemacht wurden, stimmen auch wohl besser unter einander überein als die, welche nach irgend einem andern Verfahren erhalten wurden. Bei der Bestimmung der Kohlensäure muss sich jedoch wohl auch hier der Fehler geltend machen, welcher es Hlasiwetz nicht erlaubte, seinen Apparat zu gebrauchen; doch mögen die Bestimmungen immer noch hinlänglich zuverlässige Werthe geben, wenn die Menge der vorhandenen Kohlensäure eine nicht zu geringe ist. In diesem Falle befinden sich die Versuche, die Régnault und Reiset selbst machten, indem der Kohlensäuregehalt der von ihnen untersuchten Luft gewöhnlich mehrere Procente betrug. Ganz anders verhält es sich aber, wenn es sich um die Bestimmung der kleinen Menge Kohlensäure handelt, die in der freien Atmosphäre enthalten ist. Nichtsdestoweniger ist auch zu diesem Zwecke die erwähnte Methode in Anwendung gebracht worden, und zwar bei den sehr mühevollen Untersuchungen der Luft in Paris, Havre, über dem atlantischen Ocean, auf den Antillen und in Neu-Granada durch B. Lewy[1]. Für den Gehalt der Luft an Sauerstoff und Stickstoff mögen diese sorgfältigen Untersuchungen hinlängliche Garantie bieten, doch können wir ihnen diese nicht zusprechen in Bezug auf den Gehalt an Kohlensäure. Die Bestimmung beruht hier auf der Messung einer Druckdifferenz von circa $0{,}2^{mm}$. Um diese Zahl zu erhalten, sind vier Kathetometerablesungen nöthig. Wenn nun auch der Fehler bei jeder Ablesung $^1/_{20}{}^{mm}$ nicht überschreitet, so kann er doch bei vier Ablesungen möglicher Weise $0{,}2^{mm}$, d. h. so viel als die

[1]) Recherches sur la constitution de l'atmosphère. Ann. Chim. et Phys. III. 34. pag. 5 (1852).

ganze zu messende Grösse betragen. Auch bringen wir in Erinnerung, dass eine Temperaturänderung von $^1/_{10}$ Grad einen Druckunterschied hervorbringt, welcher dem ganzen Kohlensäuregehalt entspricht. Wenn nun auch Vorsichtsmassregeln getroffen waren, dass durch einen Wassermantel das Eudiometer auf constanter Temperatur gehalten wurde, so konnte doch sehr leicht ein sehr merklicher Fehler sich einschleichen, besonders wenn man bedenkt, wie schwierig es ist, eine etwas grössere Wassermenge auf constanter Temperatur zu halten. Ausserdem musste noch die Aufnahme von Sauerstoff und Stickstoff durch die Kalilauge einen merklichen Fehler hervorbringen, der immer den gefundenen Kohlensäuregehalt etwas erhöhte. Ich erwähne hier noch, dass die Art der Berechnung in der Arbeit von Lewy mir nicht ganz klar geworden ist. Bei der Angabe der Beobachtungsresultate sind zweimal die Barometerstände angegeben, das eine Mal über der Tabelle, das andere Mal in der letzten Columne derselben. Da die letztern Zahlen bedeutend kleiner sind (z. B. 562.15 in Paris), so können sie unmöglich die wirklichen Barometerstände bedeuten; ich nahm somit an, dass es die Ablesungen des Barometers mit Hülfe des Kathetometers sind, wobei nur oben abgelesen wurde, und der Nullpunkt also zufällig ist; wenn die Beobachtungen nur zur Correction der Aenderung des Barometerstandes dienen sollen, so kann diess ausreichen, sobald das untere Gefäss des Barometers weit ist. Bei der Berechnung sind nun aber, wenn ich nicht sehr irre, diese kleinen auf einen willkürlichen Nullpunkt bezogenen Barometerstände zu Grunde gelegt. Der Fehler, der hiedurch entstehen müsste, ist so bedeutend, dass ich annehmen muss, es liege hier entweder ein in den verschiedenen Tabellen sich wiederholender Druckfehler oder ein Missverständniss von

meiner Seite vor. Nach dem, was wir über die Untersuchungen von Lewy erwähnt haben, wird man es begreiflich finden, wenn wir den gefundenen Resultaten kein grosses Zutrauen schenken können. Die grossen „anormalen“ Kohlensäuremengen, die sich zuweilen in Neu-Granada zeigten — Gehalte von 12, ja sogar 49 Volumentheilen in 10.000 Theilen Luft — mögen allerdings in besondern Umständen, wie Waldbrände und Vulkane, ihre Erklärung finden, da nur ein besonders unglückliches Zusammentreffen mehrerer Beobachtungsfehler so grosse Angaben erzeugen könnte; aber die Unterschiede, die Lewy zwischen der Luft in Paris und Havre (5.144 und 3.586) zwischen Tag und Nacht (5.299 und 3.459) bei bedecktem und unbedecktem Himmel (3.822 und 4.573) gefunden hat, sind vollkommen durch die zufälligen Beobachtungsfehler zu erklären.

Das Eudiometer von Régnault wurde durch Frankland und Ward[1]) etwas abgeändert. Die Angaben wurden dadurch etwas verdeutlicht, dass das Gas durch Verdünnung auf ein grösseres Volumen gebracht wurde, was somit auch die Aenderungen in demselben Verhältniss vergrössern musste. Auch wurde der atmosphärische Druck ausgeschlossen und es war somit eine Korrectur weniger anzubringen. Der Apparat mag vor dem Régnault'schen dadurch einige Vortheile bieten, dass man damit etwas schneller arbeiten kann, weil die Barometerablesung wegfällt, doch glaube ich nicht, dass ihm eine bedeutend grössere Genauigkeit zugeschrieben werden kann. Sechs Sauerstoffbestimmungen von Régnault ausgeführt gaben als mittlere Fehler 0.0055; sechs Sauerstoffbestimmungen von Frankland 0.0067; also bei

[1]) Quaterly Journal of the chemical Society. VI. pag. 197. (1854).

Frankland noch ein weniges grösser. Es ist also leicht einzusehen, dass für die Bestimmungen der Kohlensäure der Luft der Frankland'sche Apparat auch keine viel grössere Garantie bieten kann als der von Régnault. Bestimmungen über den Kohlensäuregehalt der Luft in Manchester[1]) varieren von 4.2 bis 10.1 in 10,000; doch ist nicht deutlich gesagt, ob mit Zimmerluft oder Luft im Freien gearbeitet wurde, so dass ich hieraus keinen bestimmten Schluss auf die Zuverlässigkeit des Apparates zu thun wage. Den drei Bestimmungen über den Kohlensäuregehalt der Luft vom Montblanc, die Frankland nach seiner Methode ausführte, kann ich in Folge des Gesagten kein sehr grosses Gewicht beilegen.

Indem die Verfahren, welche auf Volumenablesung beruhen, bis jetzt keine befriedigenden Resultate lieferten, haben wir selbst keine Versuche nach denselben angestellt.

2. Gewichtsbestimmung.

Bei der Methode der Gewichtsbestimmung sind zwei verschiedene Verfahren zu unterscheiden; nach dem einen wird die Menge eines gebildeten Niederschlages und nach dem andern wird die Zunahme des Gewichtes einer Absorptionsflüssigkeit durch die Waage bestimmt. Die erstere Methode wurde von Theod. de Saussure im Jahre 1809 und von Thénard[2]) im Jahre 1812 zuerst ausgeführt; die zweite wurde von Brunner[3]) im Jahre 1832 angegeben.

---

[1]) Quaterly Journ. of chem. Soc. XIII. pag. 22 (1861).

[2]) Thénard, traité élementaire de chimie. 5. édit. vol. III. pag. 190.

[3]) Pogg. Ann. XXIV. pag. 569.

Verfahren von de Saussure.

Thénard nahm einen Ballon, brachte Barytwasser hinein, schüttelte während einigen Minuten, pumpte leer, liess neue Luft einströmen, schüttelte wieder, pumpte aufs Neue leer und so 30 mal hinter einander. Auf solche Weise wurde es möglich, einer Menge von nahezu 300 Liter Luft die Kohlensäure zu entziehen. Die Menge des Niederschlages wog nahezu ein Gramm. Das Resultat der Thénard'schen Bestimmung war, dass die Luft 3.91 Volumentheile [1] auf 10,000 enthielt. Das erwähnte Verfahren hat den ausgemachten Vortheil, dass mit grossen Mengen gearbeitet werden kann. Da die Menge des gewogenen Niederschlages nahezu ein Gramm wiegt, so könnte man mit einer guten Waage eine Genauigkeit von $^1/_{1000}$ erreichen. Doch ist leicht einzusehen, dass mannigfache Beobachtungsfehler, für die es gar keine Controlle giebt, sich einstellen können. Es ist kaum anzunehmen, dass in wenigen Minuten die Gesammtmenge der Kohlensäure absorbiert sei; auch bietet das Sammeln des Niederschlages bedeutende Schwierigkeiten. Ferner ist das Verfahren sehr umständlich, und jede Bestimmung wird nahezu einen Tag in Anspruch nehmen. Es sind diess wohl hauptsächlich die Gründe, warum, so viel mir bekannt, seit Thénard diese Versuche nicht wiederholt wurden.

Théod. de Saussure [2]) füllte nicht wie Thénard

---

[1]) Thénard giebt Gewichtsprocente. Die einfache Reduction seiner Zahl auf Volumenprocente giebt 3.73; die Zahl 3.91 wurde von Th. de Saussure berechnet mit einer etwas abweichenden Annahme über die Menge der Kohlensäure im kohlensauren Baryt.

[2]) Note sur les variations du gaz acide carbonique dans l'atmosphère en hiver et en été. Bibliothèque Universelle de Genève I. 124

den Ballon mehrere Male, sondern er arbeitete nur mit der Luftmenge, die der Ballon fassen konnte. Dafür bediente er sich bedeutend grösserer Ballone (von etwa 40 Liter Inhalt) und verwandte auf die Bewirkung der vollständigen Absorption, den Verschluss der Ballone und die Sammlung des Niederschlages alle erdenkliche Sorgfalt. Der Niederschlag des kohlensauren Baryts wurde in Salzsäure gelöst, als schwefelsaurer Baryt gefällt und dessen Menge gewogen. Das Gewicht des Niederschlages betrug im Durchschnitt etwa 150 Milligramm; im Wägen liesse sich also eine Genauigkeit von $^1/_{150}$ erreichen. Doch wird die Sammlung und Behandlung des Niederschlages trotz aller Vorsicht Fehler mit sich bringen, welche die erwähnte Grenze weit überschreiten. Gleichzeitige Beobachtungen an demselben Orte gaben Werthe, die zwischen 4.12 und 3.89 schwankten, eine Unsicherheit, die etwa das neunfache von der beträgt, welche die Gewichtsbestimmung allein erwarten liesse. Saussure stellte vom Jahre 1809 bis zum Jahre 1830 235 Versuche an über den Kohlensäuregehalt der Luft an verschiedenen Orten, zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten und unter verschiedenen meteorologischen Verhältnissen. Das Mittel aus 104 Beobachtungen, die zu Chambeisy, in der Nähe von Genf, angestellt wurden, giebt 4.15 Volumentheile auf 10,000 Theile Luft. Die Abhängigkeit des Kohlensäuregehaltes von verschiedenen Umständen tritt in der Regel nur deutlich hervor,

(1816). Ein Auszug davon: Annales de Chim. et Phys. XXXVIII. Gilb. LIV. pag. 217.

Mémoire sur les variations de l'acide carbonique atmosphérique. Mémoire de la Société de Physique de Genève. IV. pag. 407. Annales de Chim. et Phys. XLIV. pag. 5. Pogg. XIX. pag. 391.

Ce mémoire a été lu à la Société de Physique de Genève le 18 février 1830.

wenn die Mittel aus mehreren Beobachtungen genommen werden. Die Hauptresultate sind folgende:

		Anzahl der Beobachtungen.	Unterschied vom Mittel in Procenten.
Festlandluft (Chambeisy)	4.60	19	5
Seeluft (Genfersee)	4.39		
Landluft (Chambeisy)	4.37	15	7
Stadtluft (Genf)	4.68		
Bergluft (Salève u. Jura)	4.49	12	10
Thalluft (Chambeisy)	4.05		
Luft bei schwachem Wind	3.76	17	6
Luft bei starkem Wind	3.98		
Tagluft	3.98	52	10
Nachtluft	4.32		
Sommerluft	7.13	3	39
Winterluft	4.79		

Die bedeutendsten Abweichungen finden statt zwischen der Sommerluft und der Winterluft; die Beobachtungen jedoch, welche dieses Resultat lieferten, sind die frühesten, die de Saussure angestellt hat, zu einer Zeit, wo noch nicht alle die Vorsichtsmassregeln getroffen waren, zu denen der sorgfältige Beobachter nach und nach geführt wurde. Wenn man aus den Beobachtungen, die in der zweiten Arbeit publicirt wurden, die 51 Beobachtungen des Sommers (Juni, Juli, August) und die 44 des Winters (Dezember, Januar, Februar) in Chambeisy, und ebenso die 4 Beobachtungen des Sommers und die 4 Beobachtungen des Winters in Genf zusammenstellt und die Mittel zieht, so erhält man:

	Sommerluft	Winterluft	Unterschied vom Mittel in Procenten
Chambeisy	4.57	4.02	13
Genf	4.80	4.66	3

Ziehen wir in Betracht, dass verschiedene Beobachtungen derselben Luft Unterschiede von 6 Procent

gaben, so können trotz der ausserordentlichen Sorgfalt, welche die Arbeit von de Saussure kennzeichnet, die aus den Beobachtungen gezogenen Schlüsse nur auf einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit, nicht aber auf unbedingte Richtigkeit Anspruch machen.

Verfahren von Brunner.

Das von Brunner angegebene Verfahren beruht bekannter Weise darauf, dass mit Hülfe eines Aspirators ein bestimmtes Quantum Luft durch einen absorbierenden Körper (Kalilauge, festes Kali, fester Kalk) hindurch gezogen wird, und dass die Zunahme des Gewichtes die absorbierte Kohlensäure giebt. Es hat diese Methode vor dem Verfahren von Thénard einige Vortheile; die mannigfaltigen Manipulationen, welche das sorgfältige Sammeln des Niederschlages nach sich zieht, fallen weg; ferner kann man auch mit Leichtigkeit einer grossen Menge von Luft die Kohlensäure entziehen. Andererseits aber hat diese Methode so viele Fehlerquellen, dass sie nur in der Hand eines sehr sorgfältigen und geübten Experimentators günstige Resultate geben kann. Mannigfache vergebene Versuche hätten wir uns ersparen können, wenn wir gleich zu Anfang die Arbeit von Hlasiwetz[1]) über die Kohlensäurebestimmungen der atmosphärischen Luft gekannt hätten; dafür kann ich nun aus eigener Erfahrung vollkommen bestätigen, was der erwähnte Chemiker vor mehr als zehn Jahren ausgesprochen; nur möchte ich nicht gar so bestimmt unter allen Umständen die Brunner'sche Methode verurtheilen, da denn doch die sorgfältigen Versuche von Verver und Boussingault, die merkwürdiger Weise von Hlasiwetz gar nicht erwähnt werden, zeigen, dass bei sehr sorgfältigem Ar-

[1]) Wiener Akademische Sitzungsberichte. XX. pag. 189 (1856).

beiten und bei Anwendung sehr grosser Luftmengen nicht ganz ungünstige Resultate erhalten werden können. Wir wollen nun die verschiedenen Fehlerquellen dieser Methode etwas näher ins Auge fassen.

Die Luft enthält an einem gewöhnlichen warmen Sommertage etwa 1 Gewichtsprocent Wasserdampf und nur etwas über $^1/_{20}$ Gewichtsprocent Kohlensäure. Bei der Brunnerschen Methode muss nun vorerst der gesammte Wasserdampf entfernt und ferner hinter dem Absorptionsgefäss für Kohlensäure wieder ein Apparat angebracht werden, der das Wasser zurückhält, das der Kalilauge entführt wird. Bei Anwendung von trockenem Kali oder Kalk für Kohlensäureabsorption kann man den letztern entbehren. Da nun der Wassergehalt das 20fache der Kohlensäure beträgt, so müssen die Apparate, die zur Absorption des Wassers dienen, relativ eine zwanzig mal so grosse Sicherheit geben als die Apparate, welche zur Aufnahme der Kohlensäure bestimmt sind, wenn nicht der von der Mangelhaftigkeit der erstern Apparate herrührende Fehler die möglichen Fehler der letztern überflügeln soll. Nun besitzen wir zwar verschiedene Mittel, um Luft zu trocknen; verhältnissmässig am besten haben wir noch den Zweck der Trocknung erreichen können, wenn die Luft durch längere Röhren geleitet wurde, die mit Glasperlen gefüllt und mit starker Schwefelsäure getränkt waren; eine Einrichtung, die ich bei Herrn v. Babo gesehen hatte. Um uns von der vollkommenen Absorption des Wasserdampfes zu überzeugen, wurde hinter der Absorptionsröhre noch eine zweite Controllröhre eingeschaltet, und nur selten konnten wir es dazu bringen, dass die Controllröhre gar keine Zunahme zeigte. Hierbei bemerke ich, dass eine Verbindung mit Kautschukröhren vollkommen unzulässig ist; wenn nämlich die Controllröhre durch eine Kautschuk-

röhre mit der Absorptionsröhre verbunden war, so zeigte sich regelmässig eine Gewichtszunahme der Controllröhre; die Erklärung ist einfach der Umstand, dass die trockene Luft das hygroscopische Wasser aus dem Kautschuk der Controllröhre zuführte. Von der ausnehmend grossen hygroscopischen Eigenschaft des Kautschuk kann man sich leicht überzeugen, wenn man einen Kautschukschlauch bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden der Atmosphäre wiegt.

Eine fernere Fehlerquelle ist der hygroscopische Wasserdampf, der sich auf der Oberfläche der Gefässe niederschlägt. Schon Th. de Saussure hat darauf aufmerksam gemacht, dass das Gewicht von nicht sehr grossen Gefässen in Folge der Feuchtigkeitszunahme um mehrere Milligramme zunehmen kann. Seither ist mannigfach, insbesondere durch Mohr[1]), auf diesen Umstand aufmerksam gemacht worden, und auch wir haben durch directe Versuche uns hinlänglich davon überzeugt. Da es nun zur Erzielung der vollkommenen Absorption nöthig ist, Gefässe von ziemlich grosser Oberfläche zu nehmen, so wird der von diesem Umstand herrührende Fehler unter Umständen sehr bedeutend sein können. Wo es die Verhältnisse mit sich führen, dass die Apparate in verschiedenen Localien aufgestellt und gewogen werden, wird der erwähnte Fehler grössere Bedeutung haben als da, wo bei gleichförmiger Temperatur und Feuchtigkeit die Menge des festgehaltenen Wassers sich nur wenig ändert. Das jedesmalige Trocknen des Apparates vor der Wägung in einem geschlossenen Raum, der Chlorcalcium enthält, ist ein Auskunftsmittel, das wohl schwerlich vollkommen helfen kann.

---

[1]) Mohr, Lehrbuch der chemisch-analytischen Titriermethode. I. Aufl. pag. 124.

Ferner kann die unvollkommene Absorption der Kohlensäure eine Fehlerquelle bilden; der davon herrührende Fehler kann jedoch leicht auf eine verschwindende Grösse gebracht werden, wenn man einige Absorptionsapparate hinter einander anwendet; bei unseren Versuchen haben wir drei Liebig'sche Kugelapparate als ausreichend erkannt.

Die Aufnahme der Kohlensäure durch die Schwefelsäure der Trockenapparate und die Absorption des Sauerstoffs und wohl auch einigen Stickstoffs durch die Kalilauge können ausserdem sehr bedeutende Fehler verursachen, wie diess auf sehr überzeugende Weise durch Hlasiwetz gezeigt worden ist.

Neben diesen eigentlichen Fehlerquellen ist noch zu bemerken, dass auch die Art der Gewichtsbestimmung bei der Brunner'schen Methode viel ungünstiger ist als bei dem Verfahren von de Saussure. Der letztere wiegt den Niederschlag des schwefelsauren Baryts; da nun das Aequivalent dieses Körpers etwa 5 mal grösser ist als das der Kohlensäure, so wird der gleiche absolute Fehler in der Gewichtsbestimmung bei Anwendung des Verfahrens von de Saussure verhältnissmässig 5 mal weniger ausmachen. Ferner ist in Betracht zu ziehen, dass bei der Brunner'schen Methode nicht die Kohlensäure direct gewogen, sondern als ein Gewichtsunterschied bestimmt wird. Da nun die gefüllten Absorptionsgefässe ziemlich viel wägen, so muss man zur Bestimmung der Gewichtszunahme im Besitz einer Waage sein, die auch bei stärkerer Belastung eine hinlängliche Empfindlichkeit besitzt. Wir benützten eine Waage, die bei Belastung mit einem Kilogramm noch deutlich ein Milligramm anzeigt, und hatten somit von dieser Seite keine bedeutende Fehlerquelle zu besorgen.

Unsere Beobachtungen nach der Gewichtsmethode, die ich hier einschalten will, gaben Resultate, die ein ganz ähnliches Bild darstellen wie die von Hlasiwetz; die Menge des durchgeflossenen Luftvolumens betrug im Durchschnitt etwa 20 Liter. Dass Barometer, Thermometer und Manometer des Aspirators abgelesen und damit die nöthigen Correcturen angebracht werden, ist selbstverständlich.

Zeit der Beobachtung.		Volumentheile Kohlensäure in 10,000 Theilen Luft.
1866	28. Dezember	4.58
1867	2. Januar	2.82
„	3. Januar	3.93
„	4. Januar	3.86
„	8. Januar	3.43
„	10. Januar	3.73
„	11. Januar	3.53
„	21. Februar	11.35
„	22. Februar	13.90
„	23. Februar	3.03
„	11. März	2.75
„	11. März	3.77
„	13. März	3.70
„	13. März	3.02
„	29. März	3.63
	Mittel	4.73

Die Beobachtungen vom 21. und 22. Februar können als vollkommen unrichtige bei Seite gelassen werden; thun wir diess, so erhalten wir in Mittel 3.52; eine Zahl, die von der durch de Saussure für Winterluft gefundenen Mittelzahl nicht sehr viel abweicht. Dennoch flössen mir die von uns gefundenen Zahlen durchaus kein Vertrauen ein, und ich würde es nicht wagen, irgend einen bestimmten Schluss darauf zu bauen, da wir uns

durch die Controllapparate zu deutlich davon überzeugt haben, dass das anscheinend richtige Resultat nur dadurch entstanden ist, dass verschiedene Fehlerquellen durch entgegengesetzte Wirkung sich theilweise aufhoben.

Betrachten wir nun noch die Versuche, die von andern Forschern nach der besprochenen Methode ausgeführt wurden.

Brunner selbst giebt die nach seiner Methode gefundenen Zahlen nicht an, er sagt nur, dass eine Reihe von Versuchen Resultate gab, die zwischen dem Maximum und Minimum der von de Saussure erhaltenen lagen.

Der erste, der, so viel mir bekannt, nach der Brunner'schen Methode genaue Versuche anstellte, ist Boussingault.[1]) Er begann seine Versuche im Jahre 1835 in Lyon und setzte sie in den Jahren 1839 und 1840 in Paris, in Andilly (Nähe von Paris) und auf dem Lande im Elsass, theilweise in Verbindung mit Lewy, mit grosser Sorgfalt fort. Die Luftmenge, die Boussingault durch den Apparat streichen liess, war immer eine sehr bedeutende, selten unter 30, häufig 60 Liter; bei den Versuchen, die den Unterschied zwischen Stadt- und Landluft ergeben sollten, sogar mehr als 500 Liter. Da die Fehlerquellen, die wir oben besprochen haben, zum grössten Theile nicht der angewandten Luftmenge proportional sind, so mussten sie bei so bedeutenden Luftmengen verhältnissmässig weniger ausmachen. Wenn wir dann noch die bekannte sorgfältige Arbeitsweise von Boussingault in Betracht ziehen, so stehen wir nicht an, trotz der in mannigfacher Beziehung unvollkommenen Methode, die von Boussingault erhaltenen Resultate zu

---

[1]) C. R. 1835. pag. 36.
Annales de chim. et phys. III. 10. pag. 457.

den zuverlässigsten zu zählen. Zwei vollkommen gleiche Apparate gaben bei 3 Beobachtungen als grössten Unterschied $2^1/_2$ Procent vom Mittel, was als sehr befriedigend muss angesehen werden. Das Mittel aus 142 Beobachtungen, die in Paris angestellt wurden, giebt 4.0 und das Mittel aus 19 Beobachtungen, die im Elsass angestellt wurden, giebt 3.8 Volumentheile auf 10,000 Theile Luft. Zwei zu gleicher Zeit angestellte Versuche in Paris und St. Cloud gaben 4.14 und 4.13; das Mittel aus 3 Beobachtungen gab für Paris 3.190,
für Andilly 2.989.

Die meisten Versuche von Boussingault datieren von 1839 und 1840; schon im Jahre 1838 machte Verver[1]) in Gröningen Luftuntersuchungen nach der Brunner'schen Methode, die uns nur aus dem Jahresberichte von Berzelius bekannt sind. Das Mittel aus 90 Versuchen gab 4.188; das Maximum war 5.05 und das Minimum 3.51. Bei Regenwetter war der Kohlensäuregehalt stets geringer. Während der Nacht war der Kohlensäuregehalt grösser als am Tage nach einer Mittelzahl von 0.399.

Nach dem Verfahren von Boussingault stellte ferner Leblanc[2]) im Jahre 1842 eine schöne Reihe von Versuchen über die Luft in geschlossenen Räumen an. Als bemerkenswerthe Thatsache heben wir daraus hervor, dass in der Luft der Gewächshäuser des botanischen Gartens zu Paris fast keine Kohlensäure gefunden wurde. Beim Durchleiten von 16 Liter nahm die Absorptionsröhre das eine Mal um 2^{mgr} ab, das andere Mal um 2^{mgr} zu. Die Untersuchung der Luft in Hörsälen, Spitälern.

---

[1]) Bulletin de Soc. phys. et nat. en Neerlande. 1840. pag. 191. Berzelius Jahresbericht XII. pag. 44.

[2]) Recherches sur la composition de l'air confiné. Ann. Chim. et Phys. III. 5. pag. 223 (1842).

Theatern, Schulen, Ställen u. s. w. zeigte überall einen Gehalt von Kohlensäure, der den der freien Atmosphäre übertraf; nur die Untersuchung der Luft eines Schlafzimmers gab 4 auf 10.000, was dem Gehalt der freien Atmosphäre entspricht.

Luft, die von Guadeloupe in verschlossenen Ballonen nach Paris kam, wurde im Jahre 1843 nach der erwähnten Methode von B. Lewy[1]) untersucht. Die oben aufgezählten Fehlerquellen mussten sich hier in bedeutendem Masse geltend machen, da die Menge der analysierten Luft im Durchschnitt nur etwa 12 Liter betrug. Die Luft wurde durch eine Chlorcalciumröhre getrocknet, doch habe ich keine Versuche gefunden, welche den Beweis für die vollkommene Trocknung der Luft geben, so dass für die Vermuthung Raum bleibt, dass der Gehalt der Kohlensäure in Folge der nicht vollkommenen Wasseraufnahme zu gross ausfiel. Die erhaltenen Resultate sind sehr auffallend, sie geben auf 10.000 Theile Luft folgende Volumentheile Kohlensäure:

145 — 14 — 51 — 89 — 89 — 2.6 — 9.8 — 9.2.

Alle Zahlen mit Ausnahme des Versuches Nr. 6 geben vollkommen anormale Resultate, welche durch die vulcanische Natur der Insel gerechtfertigt werden. Wie viel von dieser Abnormität auf die vulcanische Natur von Guadeloupe und wie viel auf die Unvollkommenheit der angewandten Methode zurückgeführt werden muss, kann erst dann die Erledigung finden, wenn die Luft von Guadeloupe auch nach andern zuverlässigern Methoden wo möglich an Ort und Stelle untersucht wird.

Die Gebrüder Schlaginweit[2]) wandten die Brun-

---

[1]) Annales de chim. et phys. III. 8. pag. 425 (1843).

[2]) Dr. Hermann und Adolph Schlaginweit. Unter-

ner'sche Methode bei ihren Untersuchungen an, die hauptsächlich zum Zwecke hatten, die Aenderung des Kohlensäuregehaltes bei verschiedenen Höhen zu bestimmen. Die Luft wurde in Chlorcalciumröhren getrocknet und die Kohlensäure in Röhren mit trockenem Kali absorbiert. Die letztern hatten sehr kleine Dimensionen, und man könnte leicht annehmen, dass die Kohlensäure nicht vollkommen absorbiert worden sei, wenn nicht diverse Versuche erwähnt wären, nach welchen schon in zwei Röhren die Kohlensäure vollkommen absorbiert worden war. Auch die Feuchtigkeit soll gewöhnlich schon in der ersten Chlorcalciumröhre vollkommen zurückgehalten worden sein, was uns um so mehr wundert, als wir häufig Gelegenheit hatten, uns zu überzeugen, wie schwierig es ist, die Luft vollkommen zu trocknen. Auch die Zunahme des Gewichtes durch hygroscopische Feuchtigkeit wird besprochen, und ein Controllversuch soll zeigen, dass auch durch diesen Umstand kein Fehler entstehen konnte. Die schon oben besprochene verwerfliche Anwendung von Kautschukschläuchen zur Verbindung der Apparate lässt jedoch immer noch die Annahme von Fehlerquellen zu, auch sind die erwähnten Controllen, wie uns scheint, nicht bei allen Versuchen wiederholt worden. Dass der Transport der mit Papierpfropfen verschlossenen Kaliröhren bei den Versuchen der österreichischen Alpen einen Einfluss auf die Vermehrung des Gewichtes haben konnte, wird selbst von Schlaginweit zugegeben. Auch ist die Menge der angewandten Luft für die Brunner'sche Me-

---

suchungen über den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre in den Alpen. Pogg. Ann. LXXVI. pag. 442 (1849).

Adolph Schlaginweit. Ueber die Menge der Kohlensäure in den höhern Schichten der Atmosphäre. Pogg. Ann. LXXXVII. pag. 293 (1854).

thode eine etwas geringe; wir haben gesehen, dass die grosse Uebereinstimmung der Boussingault'schen Versuche hauptsächlich der bedeutenden Menge von aspirierter Luft zuzuschreiben ist; Schlaginweit wandte selten über 20 Liter an. Um das Schlaginweit'sche Verfahren zu prüfen, haben wir auch einen Versuch angestellt, bei welchem wir die Kohlensäure durch trockenes Kali absorbierten; wir erhielten als Resultat für den 26. October 1867 5.75 Volumentheile auf 10,000 Theile Luft, eine Zahl, die wohl zu gross sein möchte, da die später zu besprechende viel zuverlässigere Titriermethode für denselben Tag nur 4.32 gab. Für die, welche die mannigfachen Fehlerquellen der Brunner'schen Methode durch eigene Erfahrung kennen gelernt haben, dürften die Schlaginweit'schen Versuche nicht gar so deutlich die Zunahme der Kohlensäure mit der Höhe zeigen, als diess am Ende der Schlaginweit'schen Abhandlung ausgesprochen wird.

Einige Versuche, die Ch. Mène [1]) unten am Pantheon und oben auf dem Pantheon in Paris angestellt hat, können deutlich zeigen, wie unrichtige Resultate die Brunner'sche Methode liefern kann, wenn nicht alle möglichen Vorsichtsmassregeln ergriffen werden; er fand bis zu 62 Volumentheile auf 10,000 Theile in freier Luft, also etwa das 15fache von dem, was hätte gefunden werden sollen.

Ferner benützte Roscoe [2]) die Brunner'sche Methode zur Bestimmung der Kohlensäure. Die meisten Versuche beziehen sich auf die Kohlensäure in geschlossenen Räumen; doch giebt er auch einen Versuch an, durch welchen er den Kohlensäuregehalt der freien Atmosphäre

[1]) C. R. XXXIII. pag. 39. Institut. 1851. pag. 226.

[2]) Some chemical facts respecting the atmosphere of dwelling houses. Quat. Journ. of Chem. Soc. X. pag. 251 (1858).

bestimmt hat; er fand 3.7 auf 10.000 Theile Luft, was zu den Zahlen von de Saussure und Boussingault passt Doch kann ein Versuch keinen Maassstab für die Zuverlässigkeit einer Methode abgeben.

Angus Smith[1]) untersuchte nach dem Brunner'schen Verfahren die Luft in Manchester. 10 Beobachtungen liefern folgenden Gehalt in Volumentheilen auf 10,000 Theile Luft:

4.09 — 5.73 — 4.55 — 15.44 — 5.44
11.95 — 9.73 — 9.72 — 5.75 — 6.68
Mittel 7.91

Die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes ausserhalb der Stadt gab die Zahlen:

2.2 — 3.0
Mittel 2.6

Da die beiden Zahlen über die Luft ausserhalb der Stadt unter dem kleinsten Werthe (3.15) sind, den de Saussure bei seinen vielen Versuchen gefunden hat, so erregen schon dadurch die Versuche kein unbedingtes Zutrauen. Ausserdem bieten die Zahlenangaben der einzelnen Versuche merkwürdige Erscheinungen. So nimmt z. B. in den Versuchen Nr. 6 und Nr. 9 die nach den Kaliapparaten eingeschaltete Chlorcalciumröhre, die nur den Zweck hat, das aus den Kaliapparaten fortgeführte Wasser zurückzuhalten, an Gewicht ab; bei Versuch 6. um die bedeutende Grösse von 12.33 grain (799 Milligramm), während das Gesammtgewicht der gewogenen Kohlensäure nur 5.22 grain (338 Milligramm) beträgt. Es wird somit nicht unbillig sein, wenn wir annehmen. dass die gefundenen Unterschiede im Kohlensäuregehalt wenigstens theilweise auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sind.

---

[1]) On the air of towns. Quat. Journ. of Chem. Soc. XI. pag. 196 (1858).

Eine Arbeit von A. Mc. Dougall[1]), die unter Roscoe's Leitung in Manchester ausgeführt wurde, ist uns nur aus dem Kopp'schen Jahresbericht bekannt. Wir erwähnen sie hier, da ein Theil der Versuche ebenfalls nach der Brunner'schen Methode angestellt wurde; der andere Theil der Versuche wurde nach dem später zu besprechenden Pettenkofer'schen Verfahren ausgeführt. Das Mittel aus 46 Beobachtungen im Centrum von Manchester gab 3.92; das Mittel aus 8 Beobachtungen ausserhalb der Stadt 4.02.

3. Titrieren.

Die Titriermethode beruht bekanntlich darauf, dass die Wägung durch die Messung des Volumens einer Flüssigkeit ersetzt wird, welches zur Erzeugung einer bestimmten Reaction nöthig ist. Dass die Waage auch hier nicht vollkommen entbehrlich wird, da sie zur Herstellung der Probeflüssigkeit nöthig ist, ist wohl selbstverständlich. Die Titriermethode hat da vor Allem ihre Berechtigung, wo es sich um die Ermittlung sehr kleiner Grössen handelt, deren directe Bestimmung mit der Waage nicht hinlängliche Genauigkeit mit sich führt. Schon von dieser Seite empfiehlt sich die Titriermethode für unsern Zweck, da man es mit ihr dahin bringen kann, dass $^1/_{10}$ Milligramm Kohlensäure noch mit Zuverlässigkeit angegeben wird. Ausserdem hat sie insbesondere vor der Brunner'schen Methode den wesentlichen Vortheil, dass man sich direct an die Kohlensäure wendet, ohne vorerst mit grosser Sorgfalt alles Wasser wegnehmen zu müssen. Die Hauptfehlerquellen der Brunner'schen Methode fallen, wie leicht zu sehen, hier von selbst weg.

---

[1]) Chem. News. IX. 80. Bulletin Soc. chim. (2) I. 260 (1864).

Der erste, welcher die Bestimmung der Kohlensäure in der atmosphärischen Luft auf das Messen einer Flüssigkeitsmenge zurückführte, scheint Dalton[1]) gewesen zu sein. Er bestimmte die Menge von Kalkwasser, die zur völligen Absorption der Kohlensäure eines gegebenen Luftvolumens nöthig war; aus der Menge und Stärke des Kalkwassers wurde die Menge der absorbierten Kohlensäure bestimmt. Auf diese Weise fand Dalton, dass der Gehalt der Luft an Kohlensäure 7 Volumentheile auf 10,000 Theile Luft beträgt. Es ist dieser Versuch von Bedeutung, weil er, so viel mir bekannt, der erste ist, durch welchen die Annahme über den Kohlensäuregehalt der Luft annäherungsweise auf das richtige Maass zurückgeführt worden ist.

In den Jahren 1832 und 1833 stellte Henry Hough Watson[2]) im Innern und in der Umgebung der Stadt Bolton eine Anzahl Versuche über den Kohlensäuregehalt der Luft an, hauptsächlich um den Unterschied zwischen der Stadt- und Landluft zu erforschen. In eine Flasche, welche die zu untersuchende Luft enthielt, wurde Kalkwasser gebracht; die Flasche wurde verschlossen und lange geschüttelt. Die Stärke des Kalkwassers wurde vor und nach dem Versuche mit einer Probeschwefelsäure untersucht. Das Mittel aus 19 Versuchen, die im Innern der Stadt Bolton angestellt wurden, gab 5.3; das Mittel aus 12 Versuchen in der Umgebung der Stadt gab 4.135 Volumentheile auf 10,000 Theile Luft.

Untersuchungen, die nach der gleichen Methode im

---

[1]) Memoirs of the litter. and philosophical Society of Manchester. New Series. Vol. I. (1806).

Gilb. Ann. XXVII. 369.

[2]) Report of the fourth meeting of the british association. pag. 583.

Erdmann und Schweigger. Journal für pract. Chemie. Vol. IV. pag 75.

Jahre 1836 von Emmett[1]) auf einer Reise nach den Bermudainseln ausgeführt wurden, gaben Resultate, die unter einander nicht gut stimmen; drei Versuche gaben etwa 2.5 und ein Versuch etwa 5 Volumentheile auf 10.000 Theile Luft.

Ch. Mène[2]), der mit der Brunner'schen Methode keine günstigen Resultate erhielt, war mit der Titriermethode nicht viel glücklicher. Die Luft wurde durch ein Fläschchen mit Kalilösung aspiriert. Der Kalilösung wurde etwas Lacmuslösung zugesetzt, hierauf so viel Probesäure zugefügt, dass die Lacmusfarbe ins Weinrothe übergieng, die Menge der Säure, die hierauf noch zugesetzt werden musste, um die weinrothe Farbe in die hellrothe Farbe zu verwandeln, diente dazu, die Menge der Kohlensäure zu berechnen. Wer mit Lacmustinctur gearbeitet hat und weiss, wie der Uebergang von einer Farbe in die andere durch viele Zwischenstufen stattfindet, wird es begreiflich finden, wenn nach diesem Verfahren keine sehr günstigen Resultate erhalten wurden. An ein und demselben Tage fand Mène zwischen 1 und 2 Uhr Nachmittags den Kohlensäuregehalt gleich 3.4 und zwischen 5 und 6 Uhr Abends gleich 1.12 Volumentheilen in 10.000 Theilen Luft. Da sonst nie auch nur ähnliche Unterschiede an einem Tage gefunden wurden, so verdienen die Resultate wenig Zutrauen. Im Allgemeinen sind die von Mène gefundenen Aenderungen im Kohlensäuregehalt viel bedeutender als es andere zuverlässige Beobachtungen ergeben haben.

---

[1]) Experiments made during a voyage and at Bermuda on the carbonic acid in the atmosphere. Communicated by John Dalton. Phil. Mag. XI. pag. 225 (1837).

[2]) Nouvelle manière de doser l'acide carbonique C. R. XXXIII. pag. 222 (1851).

Bei spätern Versuchen[1]) wandte Mène zur Absorption Barytwasser an und titrierte vorher und nachher mit Probesalzsäure; als Indicator der Neutralität wurde Veilchentinctur angewandt. Auch bei diesen Versuchen zeigen sich ausserordentlich grosse Schwankungen, die erhaltenen Zahlen liegen zwischen 0.7 und 6 Volumentheilen auf 10,000 Theile Luft.

Wir haben schon früher erwähnt, wie Hlasiwetz sowohl mit der Brunner'schen als auch mit einer von ihm ersonnenen voluminometrischen Methode zu keinen befriedigenden Resultaten gelangen konnte. Er liess dann später nach einer ihm von C. Mohr[2]) angegebenen Titriermethode durch Dr. Gilm[3]) eine Anzahl Bestimmungen des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre machen, die für die Zuverlässigkeit der angewandten Methode deutliches Zeugniss ablegen. Die Luft wurde vermittelst eines Aspirators durch ein Rohr von 1 Meter Länge gesogen, welches Barytwasser enthielt. Der Niederschlag von kohlensaurem Baryt wurde gesammelt, ausgewaschen, in verdünnter Salzsäure gelöst, abgedampft, getrocknet, geglüht; in dem wieder gelösten Chlorbaryum wurde dann nach Mohr's Methode der Chlorgehalt ermittelt. Das Mittel aus 19 Versuchen (18. Nov. 1856 bis 7. März 1857) gab 4.15 Volumentheile auf 10.000 Luft; der geringste Gehalt war 3.82, der grösste 4.58. Zwei Versuche, die nach der gleichen Methode von Mohr im Juli 1856 ausgeführt wurden, ergaben 5.7 und 5.03 Volumentheile auf 10,000. Was sich gegen diese Methode

---

[1]) Annales de la Société des sciences industrielles de Lyon. Nr. 1. 9 (1862).

Repertoire de Chimie appliquée. IV. 473.

[2]) Lehrbuch der chemisch-analytischen Titriermethode. II. Aufl. pag. 444.

[3]) Wiener Akad. Sitzungsberichte. XXIV. pag. 279 (1857).

einwenden lässt. ist hauptsächlich die Schwierigkeit, den Niederschlag vollkommen zu sammeln, auch kann bei den Operationen des Titrierens, Abdampfens, Trocknens und Glühens leicht etwas verloren gehen, wenn nicht ausserordentlich sorgfältig gearbeitet wird.

Bedeutende Verdienste um die Verwerthung der Titriermethode hat M. Pettenkofer[1]). Bei der Untersuchung der Luft in geschlossenen Räumen wendet er folgendes Verfahren an. Flaschen von 3 bis 6 Liter Inhalt werden mit Hülfe eines Blasebalgs mit der zu untersuchenden Luft gefüllt. Darauf wird mit einer Vollpipette eine bestimmte Menge Kalkwasser hineingebracht, die Flasche verschlossen und geschüttelt. Nach zwei Stunden wird das Kalkwasser ausgegossen. Der Unterschied des Gehaltes des Kalkwassers vor und nach dem Versuch giebt die Menge der absorbierten Kohlensäure. Der Kalkgehalt wird mit einer Probeoxalsäure ermittelt, die so gemacht ist, dass 1 Cubikcentimeter Flüssigkeit einem Milligramm Kohlensäure entspricht. Den Indicator für die Neutralität bildet Curcumapapier. auf welches Tropfen aus der Flüssigkeit aufgesetzt werden; so lange der Tropfen einen braunen Rand zeigt, wird auf die Alkalität der Lösung geschlossen. Später hat Pettenkofer das Kalkwasser durch Barytwasser ersetzt. Die besprochene Methode empfiehlt sich dadurch ganz besonders, dass nach ihr sehr schnell und doch mit bedeutender Zuverlässigkeit gearbeitet werden kann. Wenn es sich um die Ermittlung der Kohlensäure in geschlossenen Räumen zur Beantwortung sanitarischer

[1]) Ueber die Methode, die Kohlensäure in der atmosphärischen Luft zu bestimmen. Abhandlungen der naturwissenschaftl.-technischen Commission der bayr. Akad. II. 1 (1858).

Ueber die Respiration. Ann. der Chem. und Pharm. II. Suppl.-Band (1862).

Fragen handelt, so wird dieselbe auch unbedingt allen andern bis jetzt vorgeschlagenen Methoden vorzuziehen sein; nur könnte dabei die Bestimmung der Neutralität statt mit Curcuma nach der weiter unten zu beschreibenden Methode vorgenommen werden. Nach dem besprochenen Verfahren sind nun auch schon mannigfache Untersuchungen der Luft in Wohngebäuden gemacht worden.[1] Unser Vorhaben, nach dieser Methode eine grössere Anzahl von Versuchen hauptsächlich in Schullocalien anzustellen, konnten wir aus Mangel an Zeit nicht ausführen; doch haben wir uns durch einige Versuche von der bequemen Ausführbarkeit dieses Verfahrens überzeugt; wir fanden unter anderm in einer Klasse des hiesigen humanistischen Gymnasiums 47 Volumentheile auf 10,000, ein Gehalt, der in schlecht gelüfteten Schullocalien bekanntlich öfters erreicht wird. Bei der Bestimmung des Kohlensäuregehaltes in der freien Atmosphäre waren wir mit der erwähnten Methode nicht immer so glücklich, und wenn auch manche Versuche Resultate gaben, die ihrer Grösse nach auf Richtigkeit Anspruch machen können, wie z. B. folgende:

1867	28. Februar	4.38
„	7. März	4.21
„	11. März	3.83
„	26. April	3.43,

so haben wir doch auch öfters Resultate erhalten, die uns offenbar ein bedeutend zu grosses oder bedeutend zu kleines Resultat gaben, und wo wir nicht im Stande waren, die Fehlerquelle zu entdecken. Jedenfalls sollten

[1]) Pettenkofer. Ueber Luftwechsel in Wohngebäuden. Monatschrift der Sanitätspolizei von Pappenheim. 1860.

M. Oertel. Anhäufung der Kohlensäure in der Luft bewohnter Räume. Kunst- und Gewerbeblatt für Bayern. August- und Septemberheft 1863.

wo möglich immer nur Versuche als richtig angenommen werden, wenn zwei gleichzeitige Bestimmungen nahezu das gleiche Resultat geben, weil die Methode in sich gar kein Mittel der Controlle dafür hat, dass alle Kohlensäure wirklich absorbiert, oder dass nicht in Folge mangelhaften Verschlusses von aussen etwas Kohlensäure eingedrungen ist. Pettenkofer selbst citiert nur einen Versuch nach seiner Methode über den Kohlensäuregehalt der freien Luft; er fand 4.52 Volumentheile in 10,000 Luft.

In neuester Zeit ist eine verdankenswerthe Arbeit von T. E. Thorpe[1]) über den Kohlensäuregehalt der Seeluft publiciert worden. Die Versuche wurden theils im Jahre 1865 auf einem Leuchtschiff in der irischen See, theils im Jahre 1866 unterwegs auf einer Reise nach Brasilien, theils in Para im tropischen Brasilien angestellt. Sämmtliche Versuche wurden nach der Pettenkofer'schen Methode ausgeführt. Die verschiedenen Resultate weichen alle sehr wenig von einander ab; sie schwanken alle um die Zahl 3; sie gehen nie unter 2.5 und nie über 3.5. Für die Seeluft ergiebt sich ein mittlerer Gehalt von 3 und für die Luft in Para von 3.28. Es ist sehr schade, dass nicht auch nach der gleichen Methode und mit der gleichen Probesäure die Landluft an andern Orten untersucht wurde, denn wenn auch die Uebereinstimmung der zu gleicher Zeit angestellten Versuche unter einander für die sorgfältige Arbeit Zeuge ist, so hat man doch nicht die hinlängliche Sicherheit, dass nicht etwa ein constanter Fehler (vielleicht vom Gehalt der Probesäure herrührend) allen Beobachtungen gemeinsam ist. Jedenfalls ist es sehr auffallend, dass der mittlere Gehalt der Landluft von Europa 4.15 gar nie erreicht wurde.

---

[1]) Annalen der Chem. und Pharm. CXLV. pag. 94 (1868).

Die Pettenkofer'sche Methode lässt sich leicht vervollkommnen, so bald man auf den Vortheil des schnellen Arbeitens theilweise verzichten will. Man braucht nur die Absorptionsröhre von Mohr und Gilm mit dem Titrierverfahren Pettenkofer's zu verbinden, und dann wird es leicht möglich sein, die erwähnten Mängel zu beseitigen. Es ist diess im Grunde auch das Verfahren, das Pettenkofer selbst bei seinen grossartigen Untersuchungen über die Respiration anwandte.

Die Methode, die wir bei unsern Versuchen anwandten, weicht im Wesentlichen von der Pettenkofer's nicht ab; doch glauben wir in einigen Punkten kleine Abänderungen angebracht zu haben, die das Arbeiten etwas erleichtern. Bei unsern Untersuchungen wurde die Luft mit Hülfe eines Aspirators durch die absorbierende Flüssigkeit gesogen. Der Stand des Manometers am Aspirator, des Barometers und des Thermometers dienten zur Reduction auf normalen Druck und die Temperatur Null. Zur Absorption dienten Glasröhren von 1.5 Meter Länge und 12 Millimeter innerem Durchmesser, die mit Barytwasser gefüllt waren. Um die Luft zu vertheilen, haben wir es praktisch gefunden, die Röhren mit abwechselnden Schichten kleiner und grosser Glasperlen zu füllen; zwischen den kleinen Glasperlen wird die Luft mannigfach vertheilt und in den Zwischenräumen der grossen Perlen sammelt sie sich wieder an, um bei der neuen Schicht wiederum vertheilt zu werden. Grosse Glasperlen allein zertheilen die Luft nicht hinlänglich, kleine allein verstopfen den Durchgang zu sehr und lassen der absorbierenden Flüssigkeit zu wenig Raum. Abweichend von dem, was Gilm und Pettenkofer gefunden, absorbierte bei uns eine Röhre die Kohlensäure nicht vollkommen; wir wandten in der Regel drei Röhren hinter einander an und gewöhnlich

enthielt sogar die dritte noch 1 bis 2 Milligramm Kohlensäure; wenn wir den Aspirator schnell laufen liessen, sogar zuweilen noch etwas mehr. Das Verfahren von Pettenkofer, diejenige Neigung der Absorptionsröhre herauszuprobieren, bei welcher die Luft in kleine Blasen getrennt die Röhre durchstreicht, habe ich erst nach Beendigung unserer Versuche beim Nachsehen der Litteratur kennen gelernt; beim Anstellen einer neuen Versuchsreihe würde ich vor Allem mein Streben dahin richten, gleich Pettenkofer mit 2 Absorptionsröhren, die zweite zur Controlle, auszureichen. Die Barytlösung wurde auch von uns mit einer Probeoxalsäure nach Pettenkofer's Vorschrift titriert; wobei wir jedoch einen Indicator für die Neutralität anwandten, der sich als sehr empfehlenswerth erwiesen hat, sowohl was die Genauigkeit als was die Bequemlichkeit der Anwendung betrifft. Vor etwa zwei Jahren hat Schönbein [1]) auf die grosse Empfindlichkeit des Farbstoffs Cyanin (dargestellt aus Leukalin) für Säuren aufmerksam gemacht, indem die blaue Farbe bei Anwesenheit der geringsten Säuremenge verschwindet. Vergleiche, die wir über die Empfindlichkeit verschiedener Reagentien auf Neutralität anstellten, haben zu dem Resultate geführt, dass das Cyanin die gewöhnlich angewandten Farbstoffe um Vieles übertrifft und besonders durch die Schärfe des Eintritts der Reaction sich sehr empfiehlt. Nahezu ebenso empfindlich ist eine Lösung von Hämateïn, welche man erhält, wenn man Krystalle von Hämatoxylin in Wasser löst, eine Spur Ammoniak zusetzt und mit Luft schüttelt. Der plötzliche Uebergang von violett zu gelb, den dieser Farbstoff beim Uebergang von der basischen zur sauren Reaction darbietet, hat zwar etwas noch bestechenderes,

[1]) S. diese Verhandlungen IV. pag. 218.

und für manche Fälle mag er als Reagens vorzuziehen sein, doch haben mannigfache Proben uns von der noch grössern Empfindlichkeit des Cyanin überzeugt. Beide Reagentien, Cyanin und Hämatoxylin [1]), sind in ihrer Handhabung so ausserordentlich bequem, dass, wer sich derselben einmal bedient hat, wohl in wenig Fällen zu Lacmus und Curcuma zurückkehren wird. Die Art des Verfahrens ist einfach folgende: Etwas Cyanin wird in einigen Tropfen Alkohol gelöst und diese Lösung wird mit destilliertem Wasser ein wenig verdünnt. Von dieser ausserordentlich stark färbenden Flüssigkeit wird ein Tropfen der Barytlösung beigesetzt, die titriert werden soll; sie erscheint in Folge dessen deutlich blau gefärbt. Nun lässt man aus der Bürette die Normalsäure zufliessen, bis die blaue Farbe zu verschwinden beginnt; gegen Ende muss man selbstverständlich sorgfältig tropfenweise zufliessen lassen. Um nun weiter den Entscheid über Neutralität mit voller Schärfe zu erhalten, giesst man etwa ein Cubikcentimeter der Barytlösung in ein kleines Probegläschen und setzt einen Tropfen Cyaninlösung zu. Wird dieselbe entfärbt, so haben wir saure Reaction und somit ist der Baryt vollkommen gesättigt; verschwindet die klare Farbe nicht, so wird die Flüssigkeit aus dem Probegläschen zu der übrigen zurückgegossen, ein oder zwei Tropfen Oxalsäure zugesetzt und wieder probiert. Da das Hin- und Hergiessen erst dann beginnt, wenn die Flüssigkeit schon fast neutral ist, so kann das Umgiessen eines kleinen Theiles derselben durch das Zusammentreffen mit der Luft keinen merklichen Schaden mehr erzeugen. Auch ist man, wenn die blaue Farbe zu verschwinden anfängt, immer schon sehr nahe bei dem Neutralitätspunkte,

---

[1]) Wir verdanken diese beiden Farbstoffe der Güte des Herrn Joh. Rud. Geigy, in dessen Fabrik sie dargestellt wurden.

so dass die Probe mit dem Reagensgläschen nicht öfters wiederholt werden muss. Die Reaction mit Cyanin ist feiner als die mit Curcumapapier, denn wir haben uns überzeugt, dass Barytlösung, die auf Curcumapapier keine Spur von Bräunung mehr erkennen liess, entfärbte Cyaninlösung wieder blau färbte. Diese grössere Schärfe erklärt sich theils durch das ganz ausnehmend grosse Färbungsvermögen der Cyaninlösung, theils aber auch dadurch, dass es gewiss immer vortheilhafter ist, den reagierenden Farbstoff gelöst statt auf Papier niedergeschlagen zu haben. Gerade die Versuche mit Cyanin haben mich überzeugt, dass der auf Papier niedergeschlagene Farbstoff viel weniger empfindlich ist; Papier mit Cyanin gefärbt kann keine Reaction zeigen, wenn ein Tropfen einer Flüssigkeit aufgetragen wird, die auf gelöstes Cyanin schon sehr entschieden einwirkt. Es erklärt sich diese Thatsache vollkommen durch die Versuche, die Schönbein [1] über die capillaren Erscheinungen der entfärbten Cyaninlösung angestellt hat, wobei die Adhäsion zum Stoffe des Papieres im Stande ist, den Farbstoff von der Säure zu trennen. Die grössere Schärfe, welche das Cyanin als Reagens bietet, würde uns kaum vermögen, es gegenüber dem Curcumapapier zu empfehlen, da ja auch das von Pettenkofer angewandte Mittel eine Genauigkeit bis auf $^1/_{10}$ Cubikcentimeter der Probesäure gestattet, eine Grenze, die als vollkommen ausreichend zu betrachten ist, wenn nicht durch die Anwendung des Cyanins die Arbeit bequemer würde. Man kann einen Punkt, der nahe bei der Neutralität liegt, ausserordentlich schnell erreichen, und auch das weitere Verfahren mit dem Probegläschen geht sehr schnell vor sich; auch wird alle Flüssigkeit wieder zurückgegossen, während diess bei der Curcumaprobe nicht geschehen kann.

[1] S. diese Verhandlungen IV. pag. 229.

Bei einem Umstand, den wir häufig beobachtet haben, erlauben wir uns noch einen Augenblick zu verweilen. Wenn man aus einer Barytlösung mit einer Saugpipette mehrere Proben aus verschiedener Tiefe nimmt, so erhält man nicht immer den gleichen Gehalt. Diese Thatsache ist dadurch zu erklären, dass die Diffusion des Baryts durch die Flüssigkeit noch nicht vollendet ist. Selbst wenn die Flüssigkeit geschüttelt wird, treten nach dem Stehenlassen wieder einige Unterschiede ein. Es lässt diess jedenfalls darauf schliessen, dass die Diffusion des Baryts ziemlich langsam vor sich geht, und dass in vielen Fällen eine Barytlösung als ein Gemenge verschieden starker Lösungen aufzufassen ist. Ich hatte nicht die Musse, diesen Punkt hinlänglich zu verfolgen; der dadurch erzeugte Fehler ist nicht gross, aber doch immer etwas störend. Eine gute Barytlösung sollte erhalten werden, wenn man dieselbe mit etwas frisch gefälltem kohlensaurem Baryt eine Zeit lang kocht und dann filtriert; dass es wesentlich ist, die Barytlösung mit kohlensaurem Baryt zu sättigen, darauf hat schon de Saussure aufmerksam gemacht.

Es ist nun leicht einzusehen, dass bei dem beschriebenen Verfahren der Kohlensäurebestimmung man leicht für alle Fehler die hinlängliche Controle sich verschaffen kann. Die Feuchtigkeit der Luft, die bei dem Brunner'schen Verfahren die Hauptschwierigkeit ausmacht, kommt hier gar nicht in Betracht. Vor Beginn des Versuches kann man sich leicht von dem luftdichten Schluss des Aspirators versichern; wenn das Saugrohr geschlossen ist, darf der Aspirator, auch wenn er geöffnet ist, nicht fliessen. Die Menge des ausgeflossenen Wassers lässt sich mit mehr als ausreichender Genauigkeit bestimmen. Wenn Barometer- und Manometerstand nur bis auf die Genauigkeit eines Millimeters und der Thermometerstand

bis auf die Genauigkeit eines Grades bekannt sind, so reicht es für die Reduction des Luftquantums auf Normaldruck und Temperatur Null mit hinlänglicher Genauigkeit aus. Bei der Reduction auf trockene Luft kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Luft, welche die Barytlösungen durchstrichen hat und über dem Wasser des Aspirators steht, mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Bei der Füllung der Absorptionsröhren mit Vollpipetten kann man hinlängliche Sicherheit haben, wenn man vorher die Pipetten genau geprüft hat. Die Bereitung der Probeoxalsäure beruht auf der Kenntniss des Aequivalentes der Oxalsäure und der Kohlensäure, die beide mit mehr als ausreichender Genauigkeit bekannt sind; da ferner für einen Liter 2863,6 Milligramm abgewogen werden müssen, so kann der Fehler, der vom Abwägen herrührt, bei einer guten Wage höchstens $^1/_{2000}$ betragen. Die Literflasche ist ebenfalls controlierbar. Sollte man es für nöthig finden, die Ausdehnung der Probeflüssigkeit durch die Temperatur in Rechnung zu bringen, so könnte auch diess geschehen, wenn man die Temperatur des Wassers bei Bereitung derselben misst und in der Bürette ein Thermometer hat; doch halten wir diese Correction für überflüssig. Wenn man der Probesäure, die nach den berechneten Zahlen bereitet ist, nicht vollkommen traut, so ist es leicht durch einen Versuch mit reinem Aetzbaryt oder Aetzkalk dieselbe zu controlieren. Beim Titrieren bedient man sich einer Mohr'schen Bürette, von deren richtiger Eintheilung man sich vorher überzeugen kann. Zur Vermeidung der Parallaxe beim Ablesen erwies sich uns das weiss und schwarze Papier von Mohr [1]) als sehr zweckmässig, sobald man dasselbe auf einen kleinen Pappdeckel klebt und auf der einen

[1]) Titriermethode II. Aufl. pag. 10.

Seite ein Spiegelchen beifügt; man hält dann immer das Auge so hoch, dass das Bild des Auges im Spiegel neben dem Niveau der Flüssigkeit zu sehen ist und verschiebt das Spiegelchen, bis der nach unten convexe Reflex des schwarzen Papieres die gerade Grenzlinie tangiert; der etwas vorstehende Rand des rechtwinkligen Spiegelchens sorgt für die parallele Verschiebung. Man liest auf diese Weise sehr schnell und vollkommen sicher auf $^1/_{10}$ Cc. ab. Von der Schärfe des Eintretens der Reaction auf Neutralität haben wir früher schon gesprochen. Wir lassen nun die Beobachtungen folgen, die wir mit Luft anstellten, die einem kleinen Hofraum im Innern der Stadt etwa 4 Fuss über dem Boden entnommen war.

Nummer.	Datum. 1867.	Temp. nach Celsius	Barom. in Millim.	Manom. in Millim.	Gemessenes Luftvolum. in Cc.	Kohlensäure in Milligramm.		Reduc. Luftvol. (760 Mm. Druck, 0° Temp.)	Volumenth. Kohlensäure auf 10,000.
1	*)	18.1	738	12	14500	I 8.6 II 1.8	10.4	12928	4.07
2	3. Mai.	17.5	743	17	51500	I 27.8 II 4.2	32.0	46321	3.49
3	*)	20	738	27	45000	I 26.0 II 3.2 III 1.8	31.0	39750	3.94
4	17. Mai.	16.2	742	19	37500	I 20.4 II 4.2 III 3.0	27.6	33888	4.12
5	19. Juli.	21.2	739	26	58000	I 34.7 II 6.7 III 2.4	43.8	51049	4.34
6	1. Aug.	20	739	22	42000	I 25.8 II 3.1	28.9	37152	3.93
7	9. Aug.	21	740	20	51000	I 32.1 II 5.6 III 2.8	40.5	44946	4.56
8	8. Oct.	14.4	728	30	41500	I 25.05 II 2.85 III 1.65	29.55	37130	4.03

*) Diese beiden Daten sind aus Versehen nicht aufgeschrieben worden.

Nummer.	Datum. 1867.	Temp. nach Celsius	Barom. in Millim.	Manom. in Millim.	Gemessenes Luftvolum. in Cc.	Kohlensäure in Milligramm.		Reduc. Luftvol. (760 Mm. Druck, 0° Temp.)	Volumenth. Kohlensäure auf 10,000.
9	14. Oct.	13.8	739	28	43500	I 27.2 II 2.2 III 1.8	31.2	39592	3.99
10	15. Oct.	13.4	741	25	35250	I 20.3 II 2.5 III 1.1	23.9	32277	3.76
11	19. Oct.	15	736	26	39500	I 22.8 II 3.4 III 2.2	28.4	35517	4.04
12	26. Oct.	15	745	27	39000	I 25.6 II 3.0 III 1.2	29.8	35503	4.25
13	31. Oct.	14	743	25	33500	I 20.0 II 3.6 III 2.0	25.6	30629	4.23
14	31. Oct.	14	743	29	35000	I 21.8 II 3.6 III 1.8	27.2	32001	4.30

Die Versuche 1. 2 und 6 sind nur mit 2 Absorptionsröhren gemacht, sie gaben daher auch im Vergleich mit den andern verhältnissmässig kleine Werthe, wir lassen sie als unvollkommen ausser Betracht; das Mittel aus den andern 11 Versuchen giebt 4.14 Volumentheile auf 10,000 Theile trockene Luft.

Die Versuche 13 und 14 wurden gleichzeitig an demselben Orte mit zwei Apparaten ausgeführt; der Unterschied beträgt 1.6 Procent des Mittels.

Ein Versuch vom 22. October gab folgende Werthe:

Temp.	Bar.	Man.	Luftvol.	Kohlens.		reduc. Luftvolumenth.	Kohlens. in 10,000.
13.7	745	27	37200	I 26.6 II 3.6 III 2.0	32.2	34932	4.66

Wir liessen diesen Versuch weg, da während desselben eine Anzahl Personen in dem kleinen Hofraum

beschäftigt waren, aus welchem die Luft genommen wurde; der etwas hohe Gehalt mag in diesem Umstande seine Erklärung finden.

Versuchen wir nun aus den von verschiedenen Forschern gefundenen Zahlen mit Berücksichtigung der Zuverlässigkeit der angewandten Methoden das zusammenzustellen, was als glaubwürdiges Resultat darf angenommen werden.

Der mittlere Gehalt der Luft an Kohlensäure in der Nähe der Erdoberfläche und im mittlern Europa ist auf sehr verschiedene Weise ziemlich gleich gross gefunden worden, und es darf diese Grösse als hinlänglich bekannt angenommen werden; wir haben nämlich:

Name.	Ort.	Anzahl der Beobachtungen.	Volumentheile Kohlensäure auf 10,000 Luft.
Th. de Saussure	Chambeisy (bei Genf)	105	4.15
Verver	Gröningen	90	4.19
Boussingault	Paris	142	4.00
Boussingault	Weissenburg (Elsass)	19	3.80
Gilm	Innsbruck	19	4.15
Hagenbach	Basel	11	4.14

Wenn wir somit den mittlern Gehalt gleich 4.15 setzen, die Zahl, die schon von de Saussure angegeben wurde, so können wir unmöglich weit von der Wahrheit entfernt sein.

Viel weniger sicher als mit der Mittelzahl steht es mit der Abhängigkeit des Kohlensäuregehaltes von der Tageszeit, der Jahreszeit, den meteorologischen Verhältnissen und der Lage des Beobachtungsortes. Im Allgemeinen können wir sagen, dass je besser die Methoden waren und je sorgfältiger gearbeitet wurde, um so geringer die Differenzen der einzelnen Beobachtungen ausfielen; darum können

nur Beobachtungsmethoden, die eine bedeutende Zuverlässigkeit darbieten, da berechtigt auftreten, wo es sich darum handelt, die Abhängigkeit des Kohlensäuregehaltes von den erwähnten Umständen zu beleuchten.

Was vorerst die Abhängigkeit von der Jahreszeit betrifft, so haben wir schon darauf aufmerksam gemacht, wie der Unterschied von 39 Procent, den die ersten Untersuchungen von de Saussure gaben, durch die fernern genauern Versuche auf 13 Procent (bei den nicht sehr zahlreichen Genfer Beobachtungen auf 3 Procent) heruntergebracht wurde. Die Resultate von Boussingault geben als mittlere Zahl für die Sommerhälfte des Jahres (April bis September) 4.1 und als mittlere Zahl für die Winterhälfte (October bis März) 3.8; ein Unterschied von 7.6 Procent. Es bestätigt diess bis auf einen gewissen Grad die Resultate von de Saussure; doch bleibt es auffallend, dass bei Boussingault der Sommermonat August als Mittel aus 18 Versuchen die niedrige Zahl 3.8 bietet. Der höhere Gehalt der Luft an Kohlensäure im Sommer kann somit schwerlich als feststehende Thatsache jetzt schon aufgestellt werden.

Die Abhängigkeit des Kohlensäuregehaltes von der Tageszeit ist nicht sicherer als die von der Jahreszeit. De Saussure findet für Nachtluft einen Mehrgehalt von 10 Procent, Boussingault 7 Procent, Verver 9 Procent. Nehmen wir jedoch bei Boussingault statt der mittleren Zahlen die Anzahl der Fälle, so erhalten wir nicht dasselbe Resultat; von 48 Nachtbeobachtungen geben nur 21, also nicht einmal die Hälfte, einen grössern Gehalt für die Nacht als für den Tag. Auf dem Meere soll nach Lewy die Sache sich umgekehrt verhalten; 5.299 für den Tag und 3.459 für die Nacht; also für den Tag sogar 42 % mehr als das Mittel. Diess wurde durch die Untersuchungen von Thorpe nicht bestätigt; das

Mittel aus 24 Tagbeobachtungen auf dem Meere gab 3.011 und das Mittel aus 20 Nachtbeobachtungen 2.993; also nur den ganz nichtssagenden Mehrgehalt von 0.6 Procent für den Tag.

Bei den meteorologischen Einflüssen ist die Abhängigkeit vom Regen hauptsächlich in Betracht gezogen worden. Da die Kohlensäure vom Wasser bedeutend leichter verschluckt wird als Sauerstoff und Stickstoff, so ist zu erwarten, dass nach längerem Regen der Kohlensäuregehalt etwas abnimmt. Aus einer Zusammenstellung des Kohlensäuregehaltes mit den Regenmengen glaubt de Saussure diesen Zusammenhang nachgewiesen zu haben; doch giebt de Saussure selbst schon mehrere Ausnahmen an, die dann durch eine vorwärtsgreifende Wirkung der frühern Monate erklärt werden; so passt es z. B. gar nicht, dass der Juni 1829 mit 77 Millimeter Regen nur 4.07 Kohlensäure hat, während der Juli 1828 mit 173 Millimeter Regen durch die bedeutende Zahl 4.56 vertreten ist. Verver giebt an, dass er in Bestätigung von de Saussure auch gefunden habe, dass beim Regen der Kohlensäuregehalt stets geringer war. So wahrscheinlich auch der geringere Gehalt an Kohlensäure bei Regenwetter aus rationellen Gründen ist, so bedarf doch dieser Punkt noch sehr der Bestätigung durch den Versuch.

In Betreff der Lage des Beobachtungsortes sind es hauptsächlich die Gegensätze von Seeluft und Festlandluft, Stadtluft und Landluft, Bergluft und Thalluft, die eine Beachtung verdienen.

Die Frage über die Seeluft, von der man früher behauptete, dass sie nur wenig oder gar keine Kohlensäure enthalte, ist durch die Arbeiten von Thorpe der Beantwortung etwas näher gerückt; doch hat das von ihm gefundene Resultat, dass die Seeluft nur 3 Volumen-

theile Kohlensäure auf 10,000 Luft enthalte, für die genaue Feststellung der Thatsache des geringern Kohlensäuregehaltes der Seeluft, wie wir schon früher gesehen, nicht unbedingte Geltung, da die Controlversuche mit Landluft nach der gleichen Methode fehlen. Der Unterschied von 5 Procent Mehrgehalt für die Luft in Chambeisy gegenüber der Luft über dem Genfersee, den de Saussure gefunden hatte, ist wohl zu unbedeutend, als dass man mit Sicherheit annehmen könnte, dass schon die Landseen zur Verminderung des Kohlensäuregehaltes der über ihr stehenden Luft beitragen.

Der vermehrte Kohlensäuregehalt der Stadtluft scheint so wahrscheinlich, dass man glauben sollte, der Unterschied müsste leicht nachzuweisen sein. De Saussure fand nur 7 Procent Mehrgehalt an Kohlensäure für die Stadtluft von Genf als die Landluft von Chambeisy. Boussingault schenkte diesem Gegenstande eine besondere Aufmerksamkeit. Versuche in Lyon ergaben 6, 7 und selbst 8 Volumentheile auf 10,000, doch scheinen diese Versuche, die nur kurz erwähnt werden, nicht mit der gleichen Sorgfalt angestellt worden zu sein wie die spätern desselben Beobachters. Vergleichen wir die Mittelzahl der Beobachtungen in Paris 4.0 mit der Mittelzahl der Beobachtungen auf dem Lande im Elsass 3.7, so giebt diess einen Mehrgehalt an Kohlensäure für die Stadtluft von 8 Procent; gleichzeitige Beobachtungen in St. Cloud und in Paris gaben für ersteres 4.13 und für letzteres 4.14, also einen nichtssagenden Mehrgehalt von 0.24 Procent; 3 sehr sorgfältig ausgeführte gleichzeitige Versuche in Paris und auf dem Lande in Andilly (bei Paris) geben für Stadtluft 3.190 und für Landluft 2.989, also einen Mehrgehalt von 6.5 Procent. Die Boussingault'schen Pariser Beobachtungen führen somit sämmtlich zu dem Ergebniss, dass der Mehrgehalt an Kohlensäure der

Stadtluft nur eine sehr kleine Grösse beträgt. Ein hiervon ganz verschiedenes Resultat lieferten eine Anzahl Untersuchungen der Luft in englischen Fabrikstädten. Watson giebt für Bolton im Innern der Stadt als Mittel aus 19 Beobachtungen die Zahl 5.3 und für die Umgebung der Stadt als Mittel aus 12 Beobachtungen die Zahl 4.135, also ein Mehrgehalt der Stadtluft von 25 Procent. Die Zahlen, die Angus Smith in Manchester gefunden hat, sind für die Stadtluft als Mittel aus 10 Beobachtungen 7.91 und für die Landluft als Mittel aus 2 (nicht einmal gleichzeitigen) Beobachtungen 2.6; also mehr wie dreimal so viel oder ein Mehrgehalt von 101 Procent über das Mittel für die Stadtluft. Der ganz bedeutende Unterschied der Resultate von Smith und Boussingault ist höchst auffallend, und der Zweifel an der Richtigkeit schwindet auch dann nicht, wenn man die Angabe in Rechnung zieht, dass im Jahre 1858 durch die Verbrennung in Manchester etwa fünf Mal so viel Kohlenstoff in die Luft geschickt wurde als in Paris im Jahre 1844. Mit dem Resultate von Angus Smith im vollsten Widerspruch ist das Resultat von Dougall; das Mittel aus 46 Beobachtungen im Centrum von Manchester gab 3.92 und das Mittel aus 8 Beobachtungen ausserhalb der Stadt 4.02; also für die Landluft ein Mehrgehalt von 2.5 Procent.

Die Aenderung des Kohlensäuregehaltes mit der Höhe ist von physikalischer Seite von ganz besonderm Interesse. Da das specifische Gewicht der Kohlensäure etwas mehr als anderthalb mal so viel beträgt als das der atmosphärischen Luft, so liegt die Vermuthung nahe, dass die Kohlensäure sich hauptsächlich unten ansammle und dass somit mit der Höhe der Gehalt abnehmen müsse. Es ist auch keinem Zweifel unterworfen, dass da, wo das kohlensaure Gas sich in grosser Menge ent-

wickelt, eine Ansammlung der Kohlensäure in der Nähe des Bodens stattfindet. Die Hundsgrotte bei Neapel, das Todtenthal auf Java und die Luft in Kellern mit neuem Wein bieten dafür hinlängliche Beispiele. Ganz anders verhält es sich aber, wenn die Molecüle der Kohlensäure hinlängliche Zeit haben, sich in Folge der Diffusion zwischen den Molecülen des Sauerstoffs und Stickstoffs zu verbreiten; nur diesen letztern Fall haben wir hier zu betrachten. Bekanntlich stellte Dalton seiner Zeit eine Theorie auf, nach welcher bei den gasförmigen Körpern nur die gleichartigen Molecüle sich abstossen; wenn diess stattfindet, so muss das Gasgemenge der Atmosphäre mit der Höhe sich ändern; die specifisch schweren Gase müssen unten und die specifisch leichten müssen oben reicher vertreten sein. [1]) Durch eine leichte Rechnung kann gefunden werden, wie die Zusammensetzung einer Luft, deren Bestandtheile sich nach der Dalton'schen Theorie verhalten, mit der Höhe sich ändert.

Bedeuten

v_1 v_2 v_3 . . . . die Volumenantheile der verschiedenen Gase unten, d. h. an der Stelle des Normaldruckes von 760^{mm},

V_1 V_2 V_3 . . . . die Volumenantheile der verschiedenen Gase oben, d. h. in der Höhe von H Metern über der Stelle des Normaldruckes,

Q das specifische Gewicht des Quecksilbers, bezogen auf Wasser,

L das specifische Gewicht der Luft, bezogen auf Wasser,

s_1 s_2 s_3 . . . . die specifischen Gewichte der betreffenden Gase, bezogen auf Luft,

e die Basis der natürlichen Logarithmen,

---

[1]) Dalton. On the constitution of the atmosphere. Phil. Trans 1826. I, pag. 174.

Frankenstein. Lehre der Cohäsion. pag. 27.

so haben wir:

$$V_1 = \frac{v_1 . e^{-\frac{L H s_1}{0.76 . Q}}}{v_1 . e^{-\frac{L H s_1}{0.76 . Q}} + v_2 . e^{-\frac{L H s_2}{0.76 . Q}} + v_3 . e^{-\frac{L H s_3}{0.76 . Q}} + \ldots}$$

$$V_2 = \frac{v_2 . e^{-\frac{L H s_2}{0.76 . Q}}}{v_1 . e^{-\frac{L H s_1}{0.76 . Q}} + v_2 . e^{-\frac{L H s_2}{0.76 . Q}} + v_3 . e^{-\frac{L H s_3}{0.76 . Q}} + \ldots}$$

$V_3 =$ etc.

Wenden wir diese Formeln auf die Bestandtheile des Sauerstoffs, Stickstoffs, Wasserdampfes und der Kohlensäure an und wählen $H = 2000$ Meter, so erhalten wir:

	unten	2000 Meter hoch	Unterschied vom Mittel in Procenten.
Sauerstoff	0.206800	0.201147	— 1.8
Stickstoff	0.782800	0.787528	+ 0.6
Wasserdampf	0.009985	0.010963	+ 9.4
Kohlensäure	0.000415	0.000362	— 13.7
	1.000000	1.000000	

Schon im Jahre 1838 zog Bessel[1]) die Richtigkeit der Annahme der Dalton'schen Theorie für die Gase der Atmosphäre in Zweifel, und zwar wegen der Vertheilung des Wasserdampfes in derselben. In neuerer Zeit ist bekanntlich die Theorie der gasförmigen Körper

[1]) Bemerkungen über barometrische Höhenmessungen. Astron. Nachrichten. Nr. 356. Band XV.

in Folge der mechanischen Wärmetheorie hauptsächlich durch Clausius und Krönig ganz umgestaltet worden. Wenn man nun dieser oder überhaupt irgend einer ähnlichen Anschauung beipflichtet, d. h. wenn man die Expansivkraft eines Gases auf die seinen Molecülen inwohnende Wucht[1]) zurückführt, so kann man unmöglich die Dalton'sche Theorie der auswählenden Abstossungskraft beibehalten. Dann ist aber auch kein aërostatischer Grund vorhanden, dass sich die procentische Zusammensetzung der Luft mit der Höhe ändern sollte, besonders da die Bewegung der Luft noch wesentlich zur gleichförmigen Mengung beitragen muss. Sehen wir daher, ob andere Gründe denkbar sind, welche eine Aenderung des Kohlensäuregehaltes mit der Höhe bewirken können. Wir haben in der Atmosphäre stets Zufluss und Abfluss von Kohlensäure; der Kohlensäuregehalt bleibt somit unverändert bei Gleichheit der beiden, er nimmt zu, wenn der erstere, er nimmt ab, wenn der letztere vorwiegt. Abgesehen von den Exhalationen der Vulcane, die wohl nur örtlich wirken können, und den Ausathmungen der Thiere, die in bedeutender Höhe leben, sind sämmtliche Zuflüsse von Kohlensäure unten; ebenso sind auch die Abflüsse, d. h. die Pflanzen, grossentheils unten; und jedenfalls ragt die Pflanzendecke, welche die Kohlensäure absorbiert, verhältnissmässig noch weiter in die Atmosphäre hinauf als die Verwesung, die Verbrennung und die Athmung, welche Kohlensäure producieren. Sind nun Zufluss und Abfluss unten, so wäre es denkbar, dass der Kohlensäuregehalt unten vorwiegt,

---

[1]) Es wäre gewiss passend, dieses einfache jedem verständliche deutsche Wort an die Stelle des so oft missverstandenen aus fremder Sprache übersetzten Ausdruckes „lebendige Kraft“ zu setzen; besonders da es sich weder um etwas Lebendiges noch um eine Kraft handelt.

wenn nämlich nicht Diffusion und Bewegung der Luft eine gleichmässige Verbreitung nach den obern Regionen bewirken; rein unbegreiflich aber ist es, dass oben in Folge des mangelhaften Abflusses der Gehalt steigen soll. Wenn man, wie diess häufig geschehen ist, behauptet, wegen des Mangels der Pflanzendecke müsse in der Höhe der Kohlensäuregehalt zunehmen, so ist diess etwa gerade so, wie wenn man beweisen wollte, dass, wenn ein See Einfluss und Abfluss neben einander hat, dann offenbar am entgegengesetzten Ende das Wasser steigen müsse. Von theoretischer Seite her finden wir also nichts, das uns veranlassen könnte, eine Zunahme des Kohlensäuregehaltes mit der Höhe anzunehmen. Eine Abnahme mit der Höhe könnte aus der Dalton'schen Theorie der Gase gefolgert werden; da jedoch dieselbe mit den Anschauungen der heutigen Wissenschaft sich nicht mehr vereinigen lässt, so fällt auch dieser Grund weg. Die theoretischen Betrachtungen führen uns also zu der Annahme eines gleichförmigen Gehaltes in den verschiedenen Höhen. Doch bezieht sich diess nur auf den mittlern Gehalt; denn es ist leicht einzusehen, dass die Aenderungen, die von Tages- und Jahreszeiten, von Wasserflächen, von Bodenfeuchtigkeit u. s. w. abhängen, den untern Theil der Atmosphäre in erster Linie treffen und sich dann nicht im gleichen Grade auch nach oben erstrecken müssen; es wäre somit leicht begreiflich, wenn der Kohlensäuregehalt in den obern Regionen geringere Schwankungen zeigte als unten.

Sehen wir nun nach diesen theoretischen Betrachtungen, was die Erfahrung über die Aenderung des Kohlensäuregehaltes mit der Höhe ergeben hat.

Der erste, welcher die Kohlensäure in der Höhe der Atmosphäre nachwies, war Horace de Saussure bei sei-

ner berühmten Besteigung des Mont Blanc im Jahre 1787; er beobachtete, dass Kalkwasser, auf dem Gipfel des Berges der freien Luft ausgesetzt, sich mit einer weissen Haut überzog; indem sich dieselbe langsamer bildete als unten, so schloss er auf einen geringern Gehalt an Kohlensäure; ein Schluss, der nicht ganz gerechtfertigt ist, weil die bedeutende Verdünnung der Luft den Unterschied erklären kann. De Saussure wiederholte seinen Versuch auf dem Mont Géant.

Humboldt zeigte, dass die Luft, die vom Luftschifffahrer Garnerin aus der Höhe von 1303 Meter gebracht war, Kohlensäure enthielt. Dass die quantitative Bestimmung von Humboldt ohne allen Werth ist, haben wir schon erwähnt.

Die erste zuverlässige numerische Bestimmung, die einen Untershied im Kohlensäuregehalt bei verschiedenen Höhen ergiebt, rührt von Th. de Saussure, dem Sohne des ersten Montblancbesteigers, her. Er machte Versuche in Chambeisy und auf den zu beiden Seiten liegenden Bergen des Salève und Jura, deren Höhe im Durchschnitt 948 Meter über dem Genfersee beträgt. Das Mittel aus 12 Beobachtungen gab für unten 4.05 und für oben 4.37; also oben 10 Procent mehr.

Die Beobachtungen von Lewy gaben ähnliche Resultate; das Mittel aus 5 Beobachtungen an Orten, die im Durchschnitt 48 Meter über der Meeresfläche waren, gab 3.76 und das Mittel aus 12 Beobachtungen von Bogota (2645 Meter über dem Meer) 4.36; also ein Unterschied von 6.8 Procent.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der vorliegenden Frage durch die Gebrüder Schlaginweit geschenkt; die Versuche in den österreichischen Alpen im Jahre 1847 gaben:

Höhe in Metern.	Kohlensäuregehalt.
752	4.2
1308	4.1
2435	4.75
2449	3.2
3366	5.8

Die Beobachtungen im Jahre 1852, die im Wallis und im Piemont in der Nähe des Monte Rosa angestellt wurden, ergaben:

Höhe in Metern.	Kohlensäuregehalt.
32	4.22
1370	4.97
1652	4.80
1925	4.75
3162	7.55 *)
3353	9.16
4224	9.32

Ferner gaben die Untersuchungen der Luft des Mont Blanc von Frankland im Jahre 1859:

Höhe in Metern.	Kohlensäuregehalt.
915	6.3
3355	11.1
4795	6.1

Aus den angegebenen Versuchen geht ziemlich allgemein das höchst auffallende Resultat hervor, dass der Kohlensäuregehalt mit der Höhe sehr merklich zunimmt. Wenn dieses Resultat fest stände, so müsste die Erklärung dazu erst gesucht werden. Wir glauben jedoch durch die Kritik der verschiedenen Untersuchungsmethoden gezeigt zu haben, dass die vorliegenden Beobachtungen nicht im Stande sind, die erwähnte höchst auffallende Thatsache ausser Zweifel zu stellen, und es ist

*) Mittel aus 8 Beobachtungen.

somit sehr wünschenswerth, dass durch neue Versuche die Erledigung dieser auch von physikalischer Seite so interessanten Frage ihrem Ziele näher geführt werde. Einmalige Beobachtungen können die Frage nicht entscheiden. Es müssen eine Anzahl wo möglich gleichzeitige Versuche an zwei in horizontaler Richtung nicht zu weit auseinander gelegenen Stationen gemacht werden, deren Höhenunterschied nicht viel weniger als 2000 Meter beträgt. Wir glauben, dass das von uns eingeschlagene Verfahren sich sehr gut zu solchen Versuchen eignen würde, da alle Theile des Apparates sich sehr leicht transportieren lassen; die Wage braucht man nicht mitzunehmen, da man die Oxalsäure vorher abwägen und in verschlossenen Glasröhren mitnehmen kann. Auch kann man, um vollkommen gleiche Oxalsäure- und Barytlösung an beiden Orten zu gebrauchen, die Lösungen für beide Orte in einem Gefässe herstellen und theilen. Ich hatte gehofft im Laufe dieses Sommers solche Versuche in Luzern und auf dem Pilatus anstellen zu können, doch hielten mich anderweitige Beschäftigungen davon ab; auch möchte ich die Arbeit gerne Chemikern überlassen, welchen beim Ausführen von Analysen grössere Uebung als mir zu statten kommt.

Dass unter Umständen auch in freier Atmosphäre anormale sehr bedeutende Kohlensäuregehalte (bis zu 145 Volumentheile auf 10,000) vorkommen sollen, welche in vulcanischen Gasexhalationen oder Waldbränden ihre Erklärung finden, haben wir schon erwähnt. Auch diese Thatsachen bedürfen noch gar sehr der Bestätigung.

Der Kohlensäuregehalt der Luft in geschlossenen Räumen ist oft bedeutend verschieden von dem der freien Atmosphäre. Dass die Luft in Gewächshäusern fast gar keine Kohlensäure enthält, wie LeBlanc gefunden hat, ist nicht sehr wahrscheinlich, da dann die

Pflanzen wohl schwerlich gedeihen könnten; für die Pflanzenphysiologie ist es von Interesse, dass dieser Versuch wiederholt wird. Die bedeutende Zunahme des Kohlensäuregehaltes in Räumen, wo viele Menschen oder Thiere bei einander sind, ist durch mannigfache Versuche nachgewiesen; den stärksten Gehalt findet man im Allgemeinen in Schulen, häufig 30 bis 40, ausnahmsweise sogar über 90 Volumentheile auf 10,000; die Abhängigkeit des Kohlensäuregehaltes von der Anzahl der Menschen, der Grösse des Raumes, den Ventilations- und Heizvorrichtungen ist zwar in einzelnen Fällen schon theilweise untersucht, doch ist in dieser Hinsicht noch vieles aufzuklären; für die Wissenschaft ist von der Beantwortung dieser Fragen nicht viel zu erwarten, um so bedeutender aber ist sie vom sanitarischen Standpunkte.

Ueber eine fluorescirende Substanz aus dem Kubaholze (Fortsetzung), und über eine neue Methode der Analyse mit Hülfe der Fluorescenz.

Mitgetheilt in den Sitzungen vom 11. und 25. März 1868

von

Dr. Friedrich Goppelsrœder.

I.

Darstellung des Morins und des Maclurins.

In diesen Verhandlungen IV. Theil IV. Heft Seite 736—744 habe ich Mittheilung gemacht über eine äusserst intensiv grün fluorescirende Flüssigkeit, welche durch Auflösen des gelben Kubaholzthonerdelacks in Alkohol unter Zusatz von Salzsäure oder durch Vermischen der alkoholischen, ätherischen oder wässerigen Auszüge des Kubaholzes mit einem Thonerdesalze gewonnen werden kann. Indem ich eine Reihe neuer Thatsachen hinzufüge, verweise ich auf jene erste Mittheilung.

Vor allem musste ich die Frage entscheiden: welchem Bestandtheile des Kubaholzes die Eigenschaft zukomme, beim Zusammenkommen mit Thonerdesalzen zu fluoresciren. Ich stellte daher die beiden Hauptbestandtheile des Kubaholzes, das Morin und das Maclurin (die

Moringerbsäure) in möglichst reinem Zustande dar, wozu ich mich der von Hlasiwetz und Pfaundler (Journal für praktische Chemie, Band 90 und 94) beschriebenen Methode bediente. Geraspeltes Kubaholz aus der Farbholzextractfabrik des Herrn R. Geigy in Basel wurde zu wiederholten Malen mit destillirtem Wasser ausgekocht; die filtrirten Auszüge wurden so stark eingedampft, dass ihr Gewicht etwa halb so viel wie dasjenige des angewandten Kubaholzes betrug; der nach mehrtägigem Stehen gebildete gelbe Absatz wurde zuerst mit kaltem Wasser gewaschen und dann mit Wasser ausgekocht. Das hiebei zurückgebliebene unreine Morin wurde mit Wasser, welches etwas Salzsäure enthielt, zur Zersetzung der neben Morin vorhandenen Kalkverbindung erwärmt. Der auf ein Filter gebrachte, aus unreinem Morin bestehende Rückstand wurde mit kaltem Wasser gewaschen und in heissem Alkohol gelöst. Nach Zusatz von Bleizuckerlösung und Bildung von Morinbleioxyd wurde durch die trübe und erwärmte Flüssigkeit Schwefelwasserstoffgas geleitet; die filtrirte alkoholische Lösung des Morins war nur noch schwach gelb gefärbt. Aus der Lösung krystallisirten schwach gelblich gefärbte Morinkrystalle. Das Maclurin wurde aus der vom rohen Morin abfiltrirten Flüssigkeit gewonnen; indem diese bedeutend concentrirt wurde, schied sich nach der Abkühlung ein Theil des Maclurins aus. Durch Lösen in heissem Wasser, Zusatz von Essigsäure und von möglichst viel Bleizuckerlösung, dann durch Durchleiten von Schwefelwasserstoffgas durch die warme Flüssigkeit wurde der grösste Theil der gefärbten Unreinigkeiten mit dem niederfallenden Schwefelblei aus der Lösung des Maclurins entfernt.

Hinsichtlich der bereits bekannten Eigenschaften des Morins und derjenigen des Maclurins verweise ich auf

die Arbeiten von Delffs und Wagner, von Hlasiwetz und Pfaundler. Als die empfindlichste der bis jetzt bekannten Reactionen auf Morin lernte ich diejenige schätzen, welche sich auf dessen Ueberführung in Isomorin und weiter noch in Phloroglucin durch Einwirkung des nascirenden Wasserstoffs gründet.

Wie bekannt ist, löst man entweder Morin in ätznatronhaltigem Wasser und fügt Natriumamalgam hinzu, worauf man da, wo das Amalgam mit der Flüssigkeit in nächster Berührung steht, eine indigoblaue, und da, wo sich diese blaue Flüssigkeit mit der übrigen gelben mischt, eine grüne Färbung wahrnimmt; oder man lässt das Amalgam auf eine alkoholische mit Salzsäure angesäuerte Morinlösung einwirken, wodurch schnell nach Einbringen des Amalgams die saure Flüssigkeit eine Purpurfärbung annimmt, dann nach und nach rothgelb, gelb und zuletzt gelblich wird. Ist die Flüssigkeit gelblich geworden, so ist das Morin in Phloroglucin umgewandelt; wird aber die Einwirkung des Wasserstoffs dann schon unterbrochen, wenn die rothe Färbung am intensivsten ist, so hat man Isomorin.

Als empfindliche Reactionen auf Maclurin kann ich die in Gerhardt's Lehrbuche der organischen Chemie angegebenen mit schwefelsaurem Eisenoxyduloxyd, Kupfervitriol, essigsaurem Kupferoxyde, Goldchlorid, doppeltchromsaurem Kali und Ferrocyankalium empfehlen.

Nach Darstellung der beiden Hauptbestandtheile des Kubaholzes in möglichst reinem Zustande stellte ich eine längere Reihe von Versuchen mit ihren Lösungen an, deren Hauptresultate ich hiemit in Kürze mittheile.

II.

Verhalten einer Morinlösung.

Die alkoholische Lösung des reinen Morins fluorescirt nicht, weder im zerstreuten Tageslichte, noch im Magnesiumlichte, noch in der Geissler'schen Röhre. Der mittelst einer Brennlinse in die im dunkeln Zimmer aufgestellte Morinlösung geworfene Lichtkegel zeigte eine sehr geringe grünliche Färbung. Ebenso verhielten sich der äthyl- und methylalkoholische, sowie der ätherische Auszug des Kubaholzes, oder des Kubaholzextractes. Sobald aber die Morinlösung mit der Lösung eines Thonerdesalzes, zum Beispiele mit der des Alauns, der schwefelsauren oder essigsauren Thonerde versetzt, oder mit einem Kryställchen von Chloraluminium geschüttelt wird, entsteht jene intensive und schöne grüne Fluorescenz, welche ich an der Lösung des Kubaholzthonerdelacks in salzsäurehaltigem Alkohole beobachtet hatte. Beim Schütteln der Morinlösung mit Thonerdehydrat zeigt sich keine Fluorescenz; erst wenn einige Tropfen Essigsäure zugesetzt werden. Die Fluorescenz ist so intensiv, dass sie noch bei höchst verdünnten Morinlösungen dem Auge sichtbar ist. Hierüber werde ich unter IV. nähere Angaben machen.

Gegen andere Substanzen verhielt sich die Morinlösung wie folgt:

Beim Zusatze einer Lösung von Zinkvitriol des Handels zeigte sich grüne Fluorescenz, welche aber bei weitem nicht so schön wie die oben erwähnte und im Verhältnisse zu der durch reines Thonerdesalz erregten bloss eine schwache zu nennen war. Da ich Verdacht schöpfte, dass der angewandte Zinkvitriol etwas Thonerde enthalten haben möchte, so bereitete ich das reine Salz durch Auflösen chemisch reinen Zinks in verdünnter chemisch

reiner Schwefelsäure und Krystallisation. Dasselbe erregte in der Morinlösung nur spurenweise Fluorescenz, welche durch Erhitzen weder zu- noch abnahm. Durch nachherigen Zusatz von Alaunlösung erschien die bekannte prächtige grüne Fluorescenz. Wie Zinkvitriol des Handels verhielten sich Zinkacetat und Zinkchlorid.

Durch Zusatz von etwas Bleiacetatlösung entstand eine noch schwächere Fluorescenz als die durch Zinkvitriol erzeugte, durch einen grösseren Zusatz gar keine, ja sogar bei nachherigem Zusatze von Thonerdeacetatlösung kam nur eine sehr schwache Fluorescenz zum Vorscheine.

Zinnchlorürlösung bewirkte keine Fluorescenz, welche auch nach Zusatz einer Thonerdeacetatlösung ausblieb.

Quecksilberoxydulnitratlösung erzeugte sehr schwache gelbgrünliche Fluorescenz; nach Zusatz von Thonerdeacetatlösung und etwas Essigsäure entstand die gewöhnliche Fluorescenz.

Durch Kupfervitriol und durch Eisenchlorid entstand keine Fluorescenz; nach Zusatz von Alaun trat sie in schwächerem Grade wie gewöhnlich auf.

Salzsaure Beryllerde in wässeriger Lösung bewirkte keine Fluorescenz; durch nachherigen Zusatz von Thonerdeacetatlösung kam sie zum Vorscheine.

Durch salpetersauren Baryt, Chlorbaryum, Chlorstrontium, salpetersauren Kalk, Chlorcalcium, schwefelsaure Magnesia, verschiedene Kali-, Natron- und Ammoniaksalze, die Haloïdverbindungen des Kaliums, Natriums und Ammoniums wurde nur spurenweise Fluorescenz erzeugt. Selbst bei Anwendung einer verhältnissmässig grossen Menge dieser Stoffe wurde bei weitem nicht die Fluorescenz wie durch einen einzigen Tropfen einer Thonerdesalzlösung hervorgebracht. Ein nachheriger Zusatz von Thonerdeacetatlösung bewirkte aber

trotz der Anwesenheit der genannten Stoffe starke Fluorescenz von gewöhnlicher Farbe.

Die Säuren verhielten sich gegen Morinlösung wie folgt: Durch tropfenweisen Zusatz von Essigsäure entstand keine, dann aber nach Zusatz von Alaunlösung trotz der Anwesenheit einer grösseren Menge von Essigsäure ebenso starke Fluorescenz wie ohne Anwesenheit dieser Säure. Ebenso bewirkte Salzsäure keine Fluorescenz: bei nachherigem Zusatze von Alaunlösung erschien dieselbe nur spurenweise, nach und nach aber gleich schön und intensiv wie ohne Gegenwart von Salzsäure. Auch Salpetersäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure zeigten dieses Verhalten. Arsenige Säure bewirkte keine Fluorescenz; auf Zusatz von Alaun erschien sofort die gewöhnliche.

Borsäurelösung verursachte gelbe Fluorescenz mit grünlichem Stiche. Nach Zusatz von Alaun erschien die schöne grüne. Eine Lösung des Morins in Boraxlösung fluorescirte stark, eine solche in gewöhnlicher Natronphosphatlösung schwach.

Fluorwasserstoffsäure in concentrirter wässeriger Lösung verursachte keine Fluorescenz; selbst nach Abstumpfung der Säure kam sie nicht zum Vorscheine, weil durch die Fluorwasserstoffsäure das Morin zerstört wird.

Kieselfluorwasserstoffsäure bewirkte starke dunkelgrüne Fluorescenz; da jene aber etwas Thonerde enthielt, so bin ich über die Ursache der Fluorescenzerregung noch im Ungewissen.

Oxalsäure verursachte keine Fluorescenz; nach Zusatz von Alaunlösung erschien die Fluorescenz zuerst nur wenig, dann aber nach einiger Zeit ebenso stark wie ohne Anwesenheit der Säure.

Wie Essigsäure verhält sich die Citronensäure. Die nach Zusatz von Alaunlösung entstehende Fluorescenz

wird aber bei Anwesenheit von viel Citronensäure erst nach einiger Zeit so stark wie ohne Gegenwart dieser Säure.

Pikrinsäure in alcoholischer Lösung bewirkte keine Fluorescenz; die durch Alaunlösung zum Vorscheine kommende ist schwächer wie ohne Gegenwart von Pikrinsäure.

Ameisensäure, rechte Camphersäure, Harnsäure, Hippursäure und Carbolsäure verursachten keine Fluorescenz; wohl aber trat dieselbe von normaler Stärke und Schönheit nach Alaunzusatz ein.

Die Aetzalkalien: Ammoniak, Kali und Natron bewirkten gelbe Fluorescenz, welche durch nachherigen Zusatz von Alaunlösung und Abstumpfung des Alkali's mit Salzsäure in die gewöhnliche grüne umgewandelt wurde. Die gelbe Fluorescenz erscheint namentlich stark beim Hineinhalten in den Brennpunkt einer Brennlinse. Auch in der Geissler'schen Röhre zeigt sie sich sehr schön, wenn auch weniger stark.

Die durch Thonerdesalze fluorescirend gewordene Morinlösung verhält sich bei nachherigem Zusatze anderer Stoffe so:

Durch Zusatz starker Essigsäure verliert sie nichts an Fluorescenz; diese verschwindet aber durch Zusatz von Schwefelsäurehydrat und kommt nach Neutralisation wieder eben so schön und intensiv wie vorher zum Vorscheine. Selbst viel Salzsäure vermindert die Fluorescenz nicht.

Durch Zusatz von Bleiacetat — oder Bleinitratlösung und etwas Essigsäure geht die durch Thonerdeacetatlösung erregte Fluorescenz zum grossen Theile verloren, durch genügenden Zusatz von Bleisalz verschwindet dieselbe fast ganz. Wird hernach das Blei mit Salzsäure

als Chlorblei gefällt, so zeigt die davon abfiltrirte Flüssigkeit wieder die ursprüngliche schöne Fluorescenz.

Durch Zusatz von Zinnchlorürlösung verschwindet je nach deren Menge die Fluorescenz entweder ganz oder zum Theile.

Durch Clorcalcium, Chlorstrontium, Chlorbaryum, schwefelsaure Magnesia, Kali- oder Natronsalze wird sie nicht vermindert, wobei jedoch zu bemerken ist, dass bei allen bisher beschriebenen Versuchen im zerstreuten Tageslichte beobachtet wurde, wobei, wie aus späteren Angaben erhellt, das Auge die Empfindlichkeit nicht besitzt, welche nöthig ist, um geringe Unterschiede in der Stärke und im Tone der Fluorescenz wahrzunehmen.

Ich werde nicht ermangeln, scharfe und einlässliche Versuche anzustellen. Für jetzt mögen die erwähnten Resultate genügen, um zu beweisen, dass die durch die genannten Stoffe in einer Morinlösung hervorgebrachte Fluorescenz hinsichtlich ihrer Stärke und Schönheit in keinem Verhältnisse zu derjenigen steht, welche Thonerdesalze hervorrufen, ja dass die durch Thonerdesalze erzeugte durch Zusatz der anderen Stoffe zum Theile oder ganz wieder aufgehoben wird.

Durch Kochen der mit essigsaurer Thonerdelösung in Fluorescenz versetzten Morinlösung entsteht ein gelber Niederschlag, welcher aus einer Verbindung von Thonerde mit Morin besteht; gleichzeitig geht die Fluorescenz verloren. Wird während des Kochens die sich verflüchtigende Essigsäure ersetzt, so bleibt die Flüssigkeit klar und die Fluorescenz verschwindet nicht.

Oxydirende Agentien verhalten sich gegen Morinlösung folgendermaassen:

Chromsäure bewirkt nicht Fluorescenz, aber dunklere Färbung; bei nachherigem Zusatze von Alaun tritt keine Fluorescenz ein. Die Chromsäure wandelt das

Morin selbst bei starker Verdünnung und gewöhnlicher Temperatur durch Oxydation in andere Stoffe um.

Jodlösung zerstört die durch Thonerdesalze in einer Morinlösung erregte Fluorescenz (in Folge von Oxydation).

Mit etwas Schwefelsäure vermischte Kalipermanganatlösung wurde bis zur Entfärbung mit Morinpulver geschüttelt. Die von dem durch Reduction der Uebermangansäure entstandenen Manganoxyde abfiltrirte Flüssigkeit war farblos und ohne Spur von Fluorescenz; nach Neutralisation derselben mit Kalilösung und Vermischen mit Alaunlösung entstand keine Spur von Fluorescenz, welche aber sofort nach Zusatz von Morin eintrat.

Als bei einem zweiten Versuche eine alkoholische Morinlösung mit Kalipermanganatlösung geschüttelt wurde, verschwand die rothe Färbung nach einiger Zeit, die Flüssigkeit war dann gelbbraun im durchscheinenden, hell schmutzig grüngelb im reflectirten zerstreuten Tageslichte, lebhafter fluorescirend im Magnesiumlichte und im Brennpuncte einer Linse, durch welche das Sonnenlicht concentrirt wurde.

Wird eine alkoholische Morinlösung mit Silbernitrat in der Kälte geschüttelt, so wird Silber ausgeschieden. Die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit ist röthlich braungelb im durchscheinenden, grünlich braungrau im reflectirten Lichte. Wird das Sonnenlicht durch eine Brennlinse darauf geworfen, so zeigt sich schön gelbe starke Fluorescenz. Ueber die Eigenschaften dieser neuen gelb fluorescirenden Substanz werde ich später Mittheilung machen. Jedenfalls ist dieselbe ein Product der Oxydation. Wird Morinlösung mit Silbernitratlösung erwärmt, so zeigt die vom Silberniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit keine Fluorescenz, ist aber dunkler gefärbt. Hier-

bei bilden sich nichtfluorescirende Producte einer weiter geschrittenen Oxydation.

Ebenso wird das Morin durch Goldchloridlösung in eine gelb fluorescirende Substanz verwandelt. Die durch Schönbein mittelst übermangansauren Kali's aus wässeriger Brasilinlösung erhaltene gelbe fluorescirende Flüssigkeit erhielt ich ebenfalls bei Einwirkung von Goldchlorid auf Brasilinlösung, wie sich dieselbe überhaupt mit Hülfe oxydirender nicht zu heftig wirkender Agentien zu bilden scheint; wohl auch andere Chromogene aus Farbhölzern werden sich ähnlich wie Brasilin und Morin verhalten.

III.

Verhalten einer Maclurinlösung.

Die wässerige Lösung des nach der oben beschriebenen Methode erhaltenen möglichst reinen Maclurins zeigte weder im zerstreuten Tageslichte, noch in der Geissler'schen Röhre, noch in dem durch eine Brennlinse concentrirten Magnesium- oder Sonnenlichte beim Experimentiren in einem dunkeln Raume Fluorescenz; nach Zusatz von etwas Salzsäure und Alaunlösung zeigte sich im zerstreuten Tageslichte und im concentrirten Magnesiumlichte keine, in der Geissler'schen Röhre hingegen und im concentrirten Sonnenlichte spurenweise Fluorescenz.

Nach Zusatz von etwas Morin erschien die sehr schöne grüne Fluorescenz, so dass, wie schon die Versuche mit den Auszügen des Kubaholzes dargethan haben, die Anwesenheit sogar von vielem Maclurin die Fluorescenz durch Spuren von Morin nicht zu verhindern vermag. Die in der Geissler'schen Röhre und im concentrirten

Sonnenlichte nach Zusatz von angesäuerter Alaunlösung zur Maclurinlösung beobachtete spurenweise Fluorescenz mag von Spuren von Morin herkommen, welche bei der jetzigen Darstellungsmethode des Maclurins wohl kaum davon abzutrennen sind. Die Trennung beider Körper beruht ja nur auf der ungleichen Löslichkeit derselben in Wasser, auf der ziemlich leichten Löslichkeit des Maclurins und auf der Schwerlöslichkeit des Morins. Bei solchen Trennungsmethoden der Körper wird von einer vollständigen Trennung derselben niemals die Rede sein können; ein Gemenge, das aus Spuren von Morin und sehr viel Maclurin besteht, wird sich in Wasser vollständig auflösen. Die Massenwirkungen spielen in der Chemie und so namentlich auch bei allen unseren analytischen Arbeiten eine grosse Rolle und können namentlich bei quantitativen Analysen nicht genug erwogen werden. Aus denselben Gründen kann den Anfängern in der Analyse nicht genug anempfohlen werden bei Anwendung von Reagentien und sonstigen chemisch oder physikalisch wirkenden Mitteln hinsichtlich der angewandten Menge innerhalb der nöthigen Schranke zu bleiben, eine wesentliche Bedingung zum Gelingen der Arbeit.

Eine weniger sorgfältig gereinigte, etwas Morin enthaltende Maclurinlösung, welche längere Zeit bei Gegenwart von etwas Essigsäure in Porzellangefässen aufbewahrt worden war, also unter Umständen, wo sie etwas Thonerde, wenn auch nur Spuren, aufnehmen konnte, zeigte in der Geissler'schen Röhre schon für sich allein längs dem elektrischen Lichtfaden einen grünen Rand, und eine deutliche grüne Färbung des oberen Randes der Flüssigkeit. Eine durch Morin und Thonerde verunreinigte Maclurinlösung zeigt also für sich allein schon Fluorescenz. In einer solchen nicht genügend gereinig-

ten morinhaltigen Maclurinlösung erscheint dann auf Zusatz von Alaunlösung eine schon im zerstreuten Tageslichte sichtbare schöne grüne Fluorescenz.

IV.

Versuche über den Grad der Verdünnung einer Morinlösung, bei welchem noch durch Zusatz von Thonerdesalzlösungen die Fluorescenz zum Vorscheine kommt, und über die Anwendbarkeit der Thonerdesalze zur Nachweisung höchst geringer Spuren von Morin.

Die an einem Gemische von Thonerdesalzlösung mit Morinlösung beobachtete Fluorescenz erscheint schon bei ausserordentlicher Verdünnung der Morinlösung, worüber die nachfolgenden einer längeren Versuchsreihe entnommenen und in einer Tabelle zusammengestellten Resultate Aufschluss ertheilen.

Die mit Thonerdesalzlösungen versetzten Morinlösungen wurden bei den verschiedenen Versuchsreihen auf verschiedene Art, und zwar durch zerstreutes Tageslicht, durch concentrirtes Sonnenlicht, durch concentrirtes Magnesiumlicht und in der Geissler'schen Röhre beleuchtet.

Zu der Versuchsreihe Nr. I wurden je 20 Kubikcentimeter Morinlösung angewandt und mit einer genügenden Menge der Thonerdesalzlösung versetzt; die in kleinen Reagensgläsern befindliche Flüssigkeit wurde im zerstreuten Tageslichte beobachtet.

Bei der Versuchsreihe Nr. II wurde in einer kleinen Geissler'schen Röhre nach Zusatz des Thonerdesalzes beleuchtet. Zur Beobachtung des oberen Randes der Flüssigkeit ist es nöthig, die senkrecht stehende Röhre nicht ganz zu füllen. Schon bei Anwendung eines Kubik-

centimeters lassen sich die aufgezählten Resultate erzielen.

Bei Versuchsreihe Nr. III wurden je 100 Kubikcentimeter der mit Thonerdesalzlösung versetzten Morinlösung in Cylinder von der Grösse der Quevenne'schen Crêmometer gefüllt, welche auf einem schwarzen Tische und vor einer schwarzen Wand aufgestellt wurden. Die Flüssigkeit wurde sowohl von der Seite als auch von oben betrachtet. Noch besser stellt man die Cylinder in einen schwarzen Kasten und lässt das Sonnenlicht durch eine Oeffnung auf die Flüssigkeit fallen, indem man von oben beobachtet.

Bei Versuchsreihe Nr. IV wurde dieselbe Menge Morinlösung wie bei Nr. III angewandt, das Sonnenlicht wurde aber mit Hülfe einer Brennlinse concentrirt und die Färbung des in die Flüssigkeit geworfenen Lichtkegels beobachtet. Das Auge wurde vor dem directen Sonnenlichte geschützt. Auch hier leistet der schwarze Kasten vortreffliche Dienste, kann jedoch gar wohl entbehrt werden.

Bei Versuchsreihe Nr. V wurde mit Magnesiumlichte beleuchtet. Entweder brennt man im dunkeln Zimmer vor der betreffenden Flüssigkeit einen Magnesiumdraht ab und beobachtet die über und vor einer schwarzen Fläche stehende Flüssigkeitsschichte sowohl von der Seite als auch von oben, oder man bedient sich, was weit mehr zu empfehlen ist, der von den Photographen angewandten Magnesiumlampe, durch deren Schirm das Licht nach einer bestimmten Richtung geworfen wird. Durch eine Brennlinse concentrirt man dasselbe und stellt im Brennpunkte die zu untersuchende Morinlösung auf. Vor diese kann man noch ein Kobaltglas halten. Auch hier bedient man sich mit Vortheil eines schwarzen Kastens.

Grad der Verdünnung der Morinlösung.	Versuchsreihe Nr. I. 20 CC. Morinlösung. Nach Zusatz des Thonerdesalzes in Reagensgläsern im zerstreuten Tageslichte beobachtet.	Versuchsreihe Nr. II. in der Geissler'schen Röhre beleuchtet.
1) 1 CC. enthielt $\frac{1}{40}$ Mgrm. Morin. Gehalt $\frac{1}{40.000}$	sofort sehr schöne starke Fluorescenz.	sofort sehr schöne starke Fluorescenz.
2) 1 CC. enthielt $\frac{1}{160}$ Mgr. Morin. Gehalt $\frac{1}{160.000}$	sofort sehr schöne, ziemlich lebhafte Fluorescenz, natürlich schwächer wie bei 1.	sofort sehr schöne, lebhafte Fluorescenz, natürlich schwächer wie bei 1.
3) 1 CC. enthielt $\frac{1}{1000}$ Mgr. Morin. Gehalt $\frac{1}{1000.000}$	sofort grüne Färbung im reflectirten Lichte, aber lebhafter nach mehrstündigem Stehen.	sofort deutliche Fluorescenz, schöner wie bei Versuchsreihe Nr. I.
4) 1 CC. enthielt $\frac{1}{2000}$ Mgr. Morin. Gehalt $\frac{1}{2000.000}$	erst nach 8 Minuten grüne Färbung im reflectirten Lichte, auch nach 24 Stunden nur sehr geringe Fluorescenz.	sofort deutliche aber sehr schwache, nach 24 Stunden sehr deutliche, wenn auch schwache Fluorescenz.
5) 1 CC. enthielt $\frac{1}{3000}$ Mgr. Morin. Gehalt $\frac{1}{3000.000}$	erst nach 8 Minuten grüne Färbung im reflectirten Lichte.	sofort keine Fluorescenz; nach 24 Stunden war die Flüssigkeit und noch deutlicher der Rand grün.
6) 1 CC. enthielt $\frac{1}{4000}$ Mgr. Morin. Gehalt $\frac{1}{4000.000}$	erst nach 8 Minuten grüner Schimmer im reflectirten Lichte. Grenze.	sofort keine Fluorescenz; nach 24 Stunden oben am Rande deutlicher grüner Saum.
7) 1 CC. enthielt $\frac{1}{5000}$ Mgr. Morin. Gehalt $\frac{1}{5000.000}$	nach 8 Minuten grüner Schimmer im reflectirten Lichte ?	keine Fluorescenz; erst nach 24 Stunden oben am Rande deutlicher grüner Saum. Grenze.
8) 1 CC. enthielt $\frac{1}{6000}$ Mgr. Morin. Gehalt $\frac{1}{6000.000}$	selbst nach 24 Stunden keine Spur von Färbung.	keine Fluorescenz; nach 24 Stunden oben am Rande deutlich grün.

Versuchsreihe Nr. III. 100 CC. Morinlösung angewandt. In Quevenne'schen Crêmometern auf schwarzer Unterlage und vor schwarzer Wand beobachtet.	Versuchsreihe Nr. IV. 100 CC. Morinlösung angewandt. Concentrirtes Sonnenlicht angewandt; die Färbung des Lichtkegels beobachtet.	Versuchsreihe Nr. V. Magnesiumlicht angewandt.
starke Fluorescenz im schwarzen Kasten.	sehr starke Fluorescenz, schön grüner Lichtkegel.	sehr starke Fluorescenz; schön grüner Lichtkegel.
viel weniger als bei 1, aber noch lebhaft fluorescirend.	lebhafte Fluorescenz, wenn auch geringer wie bei 1.	lebhafte Fluorescenz, wenn auch geringer wie bei 1.
noch sehr deutliche Fluorescenz, aber viel geringer wie bei 2.	sehr deutlich grüner Lichtkegel.	sehr deutliche Fluorescenz.
sehr deutlich grüne Färbung der Flüssigkeit im reflectirten Lichte.	deutlich grüner Lichtkegel.	schon nach 4 Minuten sichtbare Fluorescenz.
deutlich grüne Färbung der Flüssigkeit.	schwach grüner Lichtkegel.	nach 24 Stunden Spur von Fluorescenz.
Spur von Fluorescenz.	noch deutlich aber schwach grüner Lichtkegel; die ganze Flüssigkeit zeigte grünlichen Schimmer.	nach 8 Minuten grüne Färbung im reflectirten Lichte.
sofort keine Fluorescenz; nach einiger Zeit grüner Schimmer im reflectirten Lichte. Grenze.	sehr schwach grünlich gefärbter Lichtkegel; die Flüssigkeit war farblos.	nach 8 Minuten grünliche Färbung im reflectirten Lichte.
	kaum erkennbare grüne Färbung des Lichtkegels, Grenze.	nach 8 Minuten sehr schwache grünliche Färbung im reflectirten Lichte. Grenze.

Aus diesen Angaben erhellt, von welcher Intensität die in Morinlösung durch Thonerdesalze hervorgerufene Fluorescenz ist. Wenn nur ein einziger Kubikcentimeter Flüssigkeit mit einem Gehalte von nur $\frac{1}{6000}$ Milligramm Morin in Untersuchung genommen wird, so beobachtet man beim Hineinwerfen des durch eine Brennlinse concentrirten Sonnen- oder Magnesiumlichtes in die in einem dunkeln Raume stehende Flüssigkeit eine grünliche Färbung. Weiter geht für mein Auge die Empfindlichkeit nicht; bei einer Verdünnung von $\frac{1}{5000.000}$ kann über die grüne Färbung des Lichtkegels gar kein Zweifel walten. Wenn das Sonnenlicht zur Verfügung steht, so ist die so sehr empfindliche Methode Nr. IV die einfachste, um die Fluorescenz zu beobachten; natürlich muss möglichst alles nicht von der Flüssigkeit reflectirte Licht vom Auge ferne gehalten werden. Bei Mangel an directem Sonnenlichte ist Magnesiumlicht anzuempfehlen, namentlich wenn eine Photographenlampe und eine Brennlinse angewandt werden. Eine vor der im Brennpunkte aufgestellten Flüssigkeit eingeschaltete kobaltblaue Glasplatte thut gute Dienste. In der Geissler'schen Röhre zeigt sich die Fluorescenz besonders schön. Die in Versuchsreihe Nr. II damit erhaltenen Fluorescenzerscheinungen wären noch auffallender und schöner gewesen, wenn in einem schwarz ausgekleideten und nicht in einem weissgegypsten Zimmer experimentirt worden wäre.

Schon bei blosser Betrachtung im zerstreuten Tageslichte lässt sich bei einer nur 3 Zoll hohen, in einem Reagensgläschen befindlichen Schichte Morinlösung sofort nach deren Vermischen mit Thonerdesalzlösung bei $\frac{1}{1000.000}$ Gehalte an Morin die grüne Fluorescenz, wenn

auch in schwachem Grade, wahrnehmen; bei $\frac{1}{3000.000}$ Gehalte zeigt sich deutlich grüne Färbung im reflectirten Lichte nach Verfluss von 8 Minuten. Bei einer dreimal höheren Schichte (Versuchsreihe III) lässt sich sogar bei nur $\frac{1}{4000.000}$ Gehalte eine Spur von Fluorescenz wahrnehmen.

V.

Versuche über den Grad der Verdünnung einer Thonerdelösung, bei welchem noch durch Zusatz von Morinlösung die Fluorescenz zum Vorscheine kommt, und über die Anwendbarkeit des Morins zur Nachweisung höchst geringer Spuren von Thonerde.

Bei Anwendung von je 100 Kubikcentimetern der verdünnten in Cylindern von der Grösse der Quevenne'schen Crêmometer befindlichen Alaunlösungen zeigte sich nach Beimischung von je 1 Kubikcentimeter Morinlösung bei einem Gehalte von $\frac{1}{20.000}$ Alaun sofort lebhafte grüne, bei $\frac{1}{40.000}$ etwas schwächere, bei $\frac{1}{50.000}$ schwache Fluorescenz.

Bei Anwendung eines einzigen Cubikcentimeters Alaunlösung beobachtete ich, indem die Flüssigkeit in einem Porzellanschälchen sich befand, bei einem Gehalte von $\frac{1}{10.000}$ (0,00012 Gramm Alaun in 1 Cubikcentimeter) im blossen zerstreuten Tageslichte deutliche grüne Fluorescenz, bei Anwendung eines Brennglases einen sehr deutlichen grünen Lichtkegel. Beim Aus-

giessen der Flüssigkeit zeigte selbst der dünne Strahl Fluorescenz. Bei $\frac{1}{20.000}$ zeigte sich deutliche grüne Fluorescenz im zerstreuten Tageslichte und ein sehr deutlich grüner Lichtkegel bei Anwendung eines Brennglases; bei $\frac{1}{40.000}$ schwache aber deutliche Fluorescenz, bei $\frac{1}{80.000}$ nur bei Anwendung eines Brennglases eine Spur von Fluorescenz.

Nun enthalten 474,37 Gewichtstheile Alaun 51,26 Gewichtstheile Thonerde. Bei der Verdünnung der Alaunlösung von 1 Theil Alaun mit 50.000 Theilen Wasser enthielt ein Cubikcentimeter derselben nur 0,00002 Gramme Alaun und darin sind nur 0,0000021 Gramme $= \frac{1}{500}$ Milligramm Thonerde enthalten.

Wie aus den mitgetheilten Resultaten hervorgeht, lassen sich aber noch kleinere Mengen Thonerde bei Anwendung von nur 1 Cubikcentimeter Flüssigkeit an einer zwar sehr schwachen Fluorescenz erkennen.

Rückblick.

1) Die thonerdefreien alkoholischen oder ätherischen Auszüge des Kubaholzes (morus tinctoria) fluoresciren nicht. Wenn sie aber unter Zusatz einer Säure mit einem löslichen Thonerdesalze versetzt werden, so erscheint prachtvoll grüne Fluorescenz. Der aus dem Auszuge des Kubaholzes durch ein Thonerdesalz unter Abstumpfung dessen Säure erhaltene gelbe Niederschlag, der sogenannte Kubaholzthonerdelack, löst sich in Salzsäure haltendem Alkohole zu einer prachtvoll grün fluorescirenden Flüssigkeit auf. Zu Vorlesungsversuchen eignet sich dieses Präparat wegen der Schönheit und

Intensität der Fluorescenz ganz besonders, auch wegen des geringen Preises selbst grösserer, aus jeder chemischen Farbfabrik zu erhaltenden Massen.

2) Die Lösungen der beiden Hauptbestandtheile des Kubaholzes, des Morins und des Maclurins (Moringerbsäure), fluoresciren für sich allein nicht. Wenn aber die Lösung des Morins mit etwas Thonerdesalzlösung vermischt wird, so tritt die unter 1) erwähnte prachtvoll grüne intensive Fluorescenz auf. Die Lösung des reinen Maclurins zeigt dieses Verhalten nicht; wenn sie aber nur Spuren von Morin enthält, so fluorescirt sie nach Zusatz von Thonerdesalz. Eine Morinlösung, welche etwas Thonerde in sich aufgenommen hat, zeigt für sich allein schon Fluorescenz.

3) a. Die empfindlichste Methode, um in höchst verdünnten Lösungen das Morin nachzuweisen, ist die, dass man nach Zusatz von etwas Thonerdesalzlösung den durch eine Brennlinse in die Flüssigkeit geworfenen Lichtkegel beobachtet. $\frac{1}{6000}$ Milligramm Morin, gelöst in 1 Cubikcentimeter verdünnten Alkohols, kann an der grünen, Färbung des Lichtkegels erkannt werden.

b. Die empfindlichste Methode, um Spuren von Thonerde nachzuweisen, ist die, dass man zu deren Lösung etwas Morinlösung setzt und dann auf gleiche Weise wie bei a verfährt. Noch $\frac{1}{600}$ Milligramm Thonerde, als Salz in einem Cubikcentimeter Wasser gelöst, liess sich an der grünen Fluorescenz entdecken.

4) Die durch Vermischung der Lösungen anderer Metallsalze mit Morinlösung oder umgekehrt erzeugte grüne Fluorescenz ist im Vergleiche zu der beim Zusammenkommen von Morin und Thonerdesalzen auftretenden eine geringe oder nur spurenweise zu nennen,

und dürfte möglicherweise von kleinen Mengen oder blossen Spuren von auf die oder jene Weise aufgenommener Thonerde herrühren. Schon schwach saure Flüssigkeiten möchten im Stande sein, beim längeren Aufbewahren in Glas- und namentlich in Porzellangefässen Thonerde hieraus aufzulösen, deren Gegenwart bei nur sehr geringen Mengen durch die gewöhnliche Analyse nicht, nach Zusatz von Morinlösung aber durch die grüne Fluorescenz sich kundgibt. Indessen kommt hier in Betracht, dass die durch Thonerdesalze erzeugte Fluorescenz durch geringeren oder grösseren Zusatz gewisser Metallsalzlösungen vermindert oder ganz aufgehoben werden kann. Sollte sich durch fernere Versuche mit selbst präparirten chemisch reinen Stoffen die Thatsache herausstellen, dass die grüne Fluorescenz nur durch Thonerdesalze erregt werden kann, so wäre damit nicht gesagt, dass auf solche Weise Spuren von Thonerde in jeder beliebigen Mischung mit anderen Stoffen nachgewiesen werden können, da die Anwesenheit anderer Stoffe die Erscheinung der Fluorescenz zum Theile oder ganz verhindern hann. Wichtig scheint mir die Thatsache zu sein, dass Kalk-, Baryt-, Strontian-, Magnesia-, Beryllerde-, Kali-, Natron- und Ammoniaksalze, sowie gewisse Mineralsäuren, ferner auch organische Stoffe wie Maclurin u. s. w. nach meinen bisherigen Beobachtungen die hier besprochene Fluorescenz nicht verhindern, sondern ihr Auftreten höchstens verzögern. Da aber in den meisten Fällen der Analytiker bei Untersuchungen von Gemischen oder chemischen Verbindungen auf ihre einzelnen Bestandtheile diese so viel wie möglich in gewisse Klassen und Gruppen trennen muss, ehe er die einzelnen Stoffe nachzuweisen im Stande ist, so kann auch hier eine Beeinflussung durch die durch Schwefelwasserstoff aus sauren Lösungen fäll-

baren Metalle von vornherein unmöglich gemacht werden. Von organischen Stoffen ist die Thonerde wie jede feuerfeste unorganische Substanz durch Glühen an der Luft zu befreien.

Das hier mitgetheilte Mittel, um höchst geringe Spuren von Thonerde zu entdecken, ist unstreitig von Wichtigkeit für den Mineralogen und Geognosten, wohl auch für den Thier- und Pflanzenphysiologen. Den physikalisch-chemischen Reactionen kann nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Indem ich auf eine neue Methode der Nachweisung des Morins und namentlich der Thonerde aufmerksam mache, spreche ich die Ueberzeugung aus, dass dieser Fall nicht vereinzelt bleiben wird, sondern dass wir an einer Reihe organischer und unorganischer Substanzen dieselbe Eigenschaft beobachten werden: „nach Zusammenkommen mit andern Substanzen, nicht aber für sich allein Fluorescenz zu zeigen.“

Ferneren Versuchen bleibt es vorbehalten, darüber zu entscheiden, ob auch in forensischer Hinsicht wichtige Stoffe diese Eigenschaft besitzen; es wäre diess von hoher Wichtigkeit für die chemische Toxikologie und gerichtliche Chemie, namentlich da unwägbare Spuren von Substanz durch die Fluorescenzanalyse, wie ich dieses neue Gebiet der Analyse bezeichne, nachgewiesen werden können. Ich denke an Reste von leicht veränderlichen Giften.

5) Indem ich beim Zusammenmischen von Thonerde- und Morinlösungen die Erscheinung der Fluorescenz beobachtete, drängte sich mir die Frage auf: „auf welche Weise wirken diese Stoffe auf einander ein, haben wir es hier bloss mit einer physikalischen oder mit einer chemisch-physikalischen Erscheinung zu thun?“ Nach den Resultaten meiner bisherigen Versuche scheint das

letztere der Fall zu sein. Kleine Mengen von Thonerdesalzlösung verursachen in einer verdünnten Morinlösung eine nicht geringere Fluorescenz wie in einer concentrirten, und umgekehrt; setzt man aber zur letzteren eine weitere entsprechende Menge Thonerdesalzlösung, so erscheint eine im Verhältnisse stärkere Fluorescenz. Es bildet sich Morinthonerde, welcher die Fluorescenzerscheinung zuzuschreiben ist.

6) Durch gewisse oxydirende Agentien, wie zum Beispiele durch salpetersaures Silberoxyd, wird das Morin in eine gelb fluorescirende Substanz verwandelt. Die Silberlösung muss in der Kälte mit der Morinlösung geschüttelt werden, wobei sehr rasch Silber ausgeschieden wird und die gelbe Fluorescenz sehr schnell sich zeigt. Beim Erwärmen der Morinlösung mit der Silberlösung tritt die gelbe Fluorescenz nicht auf; wohl aber werden weitere Oxydationsproducte gebildet, welche die Erscheinung der Fluorescenz nicht zeigen. Will man die gelbe fluorescirende Substanz längere Zeit hindurch aufbewahren, so muss das überschüssige Silbersalz entfernt werden, indem sonst namentlich bei Einwirkung des Sonnenlichtes die gelbe fluorescirende Substanz zerstört, respective weiter oxydirt wird, noch schneller beim Eindampfen der Flüssigkeit auf dem Wasserbade.

Beim Zusammenbringen der Morinlösung mit Aetzkali oder Aetznatron wird die Flüssigkeit gelb fluorescirend.

Ueber die in beiden Fällen stattfindende chemische Umwandlung des Morins und über die chemische Beschaffenheit der auf beiden Wegen erhaltenen gelb fluorescirenden Substanzen werde ich später Mittheilungen machen, sowie über weitere damit im Zusammenhange stehende Thatsachen. Ich habe Grund die Vermuthung auszusprechen, dass auch Bestandtheile anderer Farb-

hölzer ähnlich wie Morin unter passenden Umständen in fluorescirende Producte umgewandelt werden und ähnlich wie Morin eine Anwendung bei der Fluorescenzanalyse finden können.

Ich hoffe möglichst bald über die nach verschiedenen Richtungen hin weiter ausgedehnten Versuche berichten zu können.

An die vor unserer Gesellschaft an zwei Abenden gehaltenen Vorträge, an welche ich Versuche mit dem Magnesiumlichte und mit der Geissler'schen Röhre zur Bestätigung des Gesagten anreihte, knüpfte sich eine längere Discussion, aus welcher ich die Bemerkung des Herrn Professor Fritz Burckhardt hervorhebe, dass schon Robert Boyle sich der einzigen damals bekannten fluorescirenden Substanz, nämlich des Aufgusses von lignum nephriticum, zu chemischen Zwecken bedient habe, indem er als sauer die Körper ansah, durch deren Einwirkung die Fluorescenz aufhöre, als alkalisch aber die, durch deren Einwirkung die Fluorescenz wieder hergestellt werde. (Siehe Boyle, Experim. et considerat. de coloribus. Pars III. Exper. X und besonders Corollarium Exper. X.)

Herrn Prof. Eduard Hagenbach, welcher die Güte hatte mir eine Geissler'sche Röhre und den Ruhmkorff'schen Apparat aus der unter seiner Obhut stehenden physikalischen Sammlung zur Verfügung zu stellen, und mit welchem ich die Versuche mit der Geissler'schen Röhre angestellt habe, sage ich hiermit nochmals für die gehabte Mühe meinen besten Dank.

Chemie des Melopsits.

Mitgetheilt in der Sitzung vom 11. März 1868

von

Dr. Friedrich Goppelsrœder.

Nach dem Wunsche von Herrn Professor L. Heinr. Fischer in Freiburg im Breisgau habe ich Melopsit, welcher in der dortigen Sammlung aufbewahrt wird, einer chemischen Untersuchung unterworfen. Schon in seiner Clavis der Silicate (Leipzig 1864 pag. 66) bemerkte Herr Prof. Fischer beim Melopsit oder Melosark folgendes: „Diese von Breithaupt ohne quantitative Analyse gegründete Species, worin Thonerde, (Magnesia), (Eisenoxyd), Wasser, Kieselsäure, nebst Spuren von Ammon und Bitumen sich finden sollen, hat keine Berechtigung im Systeme, bis eine quantitative Analyse geliefert ist, zu der ich hier eben Anregung geben möchte"; ferner: „Die Substanz, welche ich als Melopsit von Herrn A. Krantz in Bonn zugesandt erhielt, wird mit Kobaltsolution sowohl als Splitter, wie als Pulver, entschieden roth, nicht blau; ich lasse jedoch die Species hier einstweilen stehen, bis eine genaue Analyse von Originalstücken Aufschluss gibt."

Das Resultat meiner chemischen Analyse hat nun dasjenige der Löthrohrprobe von Prof. Fischer und das in seiner Clavis der Silicate über den Melopsit gesagte,

dass er nämlich nicht zu den Thonen gehöre, bestätiget. Wie aus der nachfolgenden Zusammensetzung hervorgeht, reiht er sich zunächst an den Kerolith an, mit dem er auch äusserlich sehr viel Uebereinstimmendes hat. Während jedoch der Melopsit löslich in Salzsäure ist, ist es der Kerolith nicht. Pag. 54 der Clavis ist die sehr schwankende Zusammensetzung des Keroliths so angegeben:

28—63% Magnesia,
2% Thonerde,
46—53% Kieselerde,
11—21% Wasser.

Nach früheren Angaben von Breithaupt sollte im Melopsit Magnesia untergeordnet, Thonerde vorherrschend sein.

Im mineralogischen Lexikon für das Kaiserthum Oesterreich steht folgende Notiz über diese noch wenig bekannte Substanz, von Victor Ritter von Zepharovich, Wien 1859 pag. 273: „Melopsit; Hochofen südwestlich bei Neudeck in Böhmen, auf der Hieronymuszeche. Derb, gelblich-, graulich- oder grünlichweiss, matt, durchscheinend, in Lagen und Knollen in der quarzigen Gangmasse der Hæmatit-führenden Gänge, welche ein aus Amphibol, Strahlstein und Granat gemengtes, in Granit (muthmasslich stockförmig) auftretendes Gestein durchschwärmen.“

Das zu meiner Analyse verwendete Material stammte aus derselben Quelle, aus Neudeck in Böhmen; es war derb, aus kleinen Trümmern bestehend; der Bruch war muschlig und glatt, von grünlichweisser Farbe. Im Kölbchen gab es ziemlich viel Wasser aus; beim Glühen zeigte sich vorübergehende schwache bis starke Schwärzung; beim Schmelzen mit kohlensaurem Natron-Kali entstand eine grüne Masse.

Die Analyse zweier Proben, welche von demselben Stücke abgeschlagen worden waren, ergab folgendes Resultat:

Verlust bei 160° Celsius	11.538 %
Weiterer Verlust beim Glühen . .	4.017 „
Kieselerde	44.152 „
Magnesia	31.589 „
Kalk	3.404 „
Eisenoxyd	0.019 „
Thonerde	4.949 „
	99.668 %

In sehr geringer Menge sind noch vorhanden: Manganoxyd, Kali und Natron.

Die Zusammensetzung des bei 160° Celsius getrockneten Minerales ist demnach, auf 100 Prozent berechnet, die folgende:

Verlust beim Glühen (Wasser und organisches) .	4.558 %
Kieselerde	50.099 „
Magnesia	35.844 „
Kalk	3.862 „
Eisenoxyd	0.021 „
Thonerde	5.616 „
	100.— %

Der Melopsit ist demnach kein Thonerde-, sondern ein Magnesiasilicat, mit einem nur geringen Gehalte an Thonerde.

Verschiedenartige Mittheilungen

von

Dr. Friedrich Goppelsrœder.

I.

Ueber Beschwerung der Seide.

Im Jahre 1864 hatte ich Gelegenheit einen interessanten Fall von Beschwerung der Seide kennen zu lernen. Eine Bandfabrik in Basel hatte eine Parthie Seide gekauft, welche nach der Aussage des Verkäufers, welcher über die Ursache des eigenthümlichen Aussehens der Waare befragt wurde, durch Meerwasser avarirte und nachher ausgewaschene, sonst aber ächte Japanseide sein sollte. Beim sogenannten Abkochen oder Absieden in kochender Seifelösung sollte diese Seide höchstens um zehn Procente an Gewicht abnehmen, während doch gewöhnliche Japanseide beim Abkochen ungefähr zwanzig Procente ihres Gewichtes verliert. Das betreffende Haus glaubte desshalb einen Vortheil von circa zehn Procenten zu finden und einen höheren Preis anlegen zu können, um so mehr als ein Muster derselben oder einer ähnlichen Parthie Seide beim Soupliren pari geblieben sein sollte. Als aber nach dem Kaufe dieser fraglichen Waare grössere Parthieen derselben zwei Färbern zum Souplefärben übergeben waren, mit der Empfehlung dieselben

sorgfältig zu behandeln, damit keine Gewichtsabnahme stattfinde, berichtete bald der eine der beiden Färber, dass schon durch blosses Auswaschen die Seide um zehn Procente abgenommen habe, und dass dabei eine Unmasse von Unreinigkeiten in das Waschwasser übergegangen sei, dass demnach von Parifärben keine Rede sein könne. Der andere Seidenfärber berichtete dasselbe und schlug die chemische Untersuchung des trübe gewordenen Auswaschwassers vor, indem er selbst durch praktische Erfahrung zu der Ansicht gelangt war, dass eine Beschwerung der Seide mit Palmseife oder Palmöl oder Bleizucker stattgefunden habe. Die chemische Untersuchung aber, welche ich als Experte der löbl. Bandfabrik ausführte und deren Hauptergebnisse ich hiemit mittheile, lehrte folgendes.

Zur Untersuchung hatte ich erhalten: 1) eine schmutzig gelblichweisse trübe Flüssigkeit, das heisst eine Sodalösung, womit der Färber eine Parthie Seide zur vorläufigen Untersuchung behandelt hatte; 2) eine Anzahl Seidenstrangen, wie sie die Bandfabrik gekauft hatte. Beide Objecte wurden einer Untersuchung unterworfen.

Die Untersuchung der die Trübung der Sodalösung verursachenden Substanz ergab, dass dieselbe bestand aus: a) einer geringen Menge eines wachsähnlichen Körpers, b) viel kohlensaurem Kalke, ziemlich viel kohlensaurer Magnesia, ziemlich viel Gyps, nebst etwas Thonerde, Eisenoxyd und Phosphorsäure. Da aber in Folge Einwirkung von Soda (unreine calcinirte des Handels) auf die zur Beschwerung der Seide angewandten Stoffe diese eine Veränderung erlitten, das heisst in andere Verbindungen sich umgewandelt haben konnten, so war eine Untersuchung der Seide selbst um so nothwendiger.

Zur Untersuchung der Seide selbst wurden verschiedene Versuche angestellt, deren Resultate ich hiemit in Kürze aufzähle.

Die Seide verlor beim Trocknen bei 100 Grad Celsius 7.185 Gewichtsprocente Feuchtigkeit;
durch Behandlung mit kaltem destillirtem

Wasser	7.158%	9.954%
und durch weitere Behandlung mit kochendem Wasser	2.796%	

was mit dem Resultate der beiden Färber übereinstimmt.

Die trüben wässerigen Auszüge enthielten *mechanisch suspendirt*: viel kohlensauren Kalk, etwas kohlensaure Magnesia, nebst etwas Eisenoxyd und Thonerde; *wirklich gelöst*: Chlorcalcium, wenig Chlormagnesium und etwas Chlornatrium.

Eine andere Strange gab an kaltes Wasser theils mechanisch suspendirt, theils wirklich gelöst 7.384% ab, worunter 2.422% Mineral- und 4.962% organische Stoffe. An kochendes Wasser gab sie weitere 4.163% ab, wovon aber nur 0.485% mineralischer Natur waren, und hievon nur 0.227% wirklich gelöst wurden.

Beim Einlegen der Seide in concentrirtes Schwefelwasserstoffwasser konnte selbst nach Verfluss von zwölf Stunden keine Veränderung bemerkt werden, und in einem salzsauren Auszuge der Seide entstand durch Schwefelwasserstoffgas keine Fällung.

Die Seide hinterliess eine grauliche Asche, deren wässeriger Auszug starke alkalische Reaction zeigte, und nebst Spuren von Kohlensäure: Schwefelsäure, Chlor, Kalk, Magnesia und Natron enthielt, während in der salzsauren Lösung der in Wasser unlöslichen Aschentheile keine schweren Metalle, wohl aber Eisenoxyd und Thonerde, Phosphorsäure, viel Kalk und Magnesia enthalten waren. Beim Uebergiessen des nach Behandlung

mit Wasser gebliebenen Rückstandes der Asche mit Salzsäure zeigte sich starkes Brausen, das von Kohlensäure herrührte.

Die Seide gab ausser den unorganischen Stoffen noch einen eiweissartigen und namentlich einen leimartigen Stoff an kaltes Wasser ab.

Unstreitig war etwas mit der Seide geschehen. Wenn auch die Anwesenheit von Chlornatrium darauf hindeutete, dass die Seide mit Meerwasser in Berührung gekommen sein konnte, so bewiesen doch die anderen vorgefundenen Mineralsalze, namentlich der kohlensaure Kalk und die kohlensaure Magnesia, dass eine absichtliche Beschwerung stattgefunden haben musste. Auch die Menge des Chlorcalciums und Chlormagnesiums ist im Verhältnisse zu derjenigen des Chlornatriums zu gross, als dass die Anwesenheit dieser beiden Stoffe der Berührung der Seide mit Meerwasser zugeschrieben werden dürfte.

Beschwerungen der Seide kommen nicht selten vor; sie haben oft noch den Nachtheil, die Seide mit der Zeit anzugreifen, ihr den Glanz und die Glätte zu nehmen, auch eine ungleiche Aufnahme der Farbstoffe zu verursachen. Letzterer Nachtheil zeigte sich deutlich beim Färben der untersuchten Seide mit Anilingrün.

II.

Zusammensetzung gepressten Torfes aus der Schweiz.

Derselbe enthielt im lufttrockenen Zustande:

Wasser . . .	23.167 %	100 %
Aschenbestandtheile .	7.865 „	
Kohlenstoff . .	40.095 „	
Wasserstoff . . .	4.528 „	
Sauerstoff . . .	21.505 „	
Stickstoff . . .	2.840 „	

Die Asche enthielt: Chlor, Schwefelsäure (sehr viel), Spuren von Phosphorsäure, Natron, Magnesia, Kalk (sehr viel), Thonerde, Eisenoxyd und Kieselerde (sehr viel).

III.

Gehalt einer gypsreichen Quelle auf dem Gute Dürenberg bei Langenbruck in Baselland.

Das Wasser wurde mir im April 1862 durch den Besitzer des Dürenbergs, Herrn Altbürgermeister Burckhardt-Ryhiner, in mehreren wohlverschlossenen Flaschen zur Untersuchung übergeben, wobei ich jedoch nur auf die festen Stoffe Rücksicht nahm. Nur im Wasser einer Flasche konnte Schwefelwasserstoffgas nachgewiesen werden, welches sich möglicherweise durch Zersetzung des Gypses durch hineingefallene Korkstückchen gebildet hatte. Das Wasser reagirte schwach alkalisch, etwas auf Nitrate und enthielt nur wenig organische Stoffe.

Es enthielt in 1000 Cubikcentimetern:

1.636 Gramme wasserfreien schwefelsauren Kalk (CaO,SO^3), entsprechend

2.069 Gramme ($CaO, SO^3 + 2HO$), ferner
0.185 „ schwefelsaure Magnesia (MgO, SO^3),
0.019 „ kohlensauren Kalk (CaO, CO^2),
0.024 „ kohlensaure Magnesia (MgO, CO^2),
0.008 „ kohlensaures Eisenoxydul (FeO, CO^2),
0.005 „ Kieselerde,
0.060 „ Chlor (in Verbindung mit Alkalimetallen),

ausserdem geringe Mengen von Thonerde, Baryt, Strontian, Ammoniak, Phosphorsäure, Salpetersäure und organischen Stoffen, welche, sowie auch die Alkalien, nicht quantitativ bestimmt wurden.

Die Gesammtsumme des bei 100 Graden Celsius getrockneten Rückstandes von 1 Liter Wasser betrug 2.503 Gramme.

IV.

Ueber den wahren Gehalt einiger Geheimmittel.

1) Die Revalesciere von Du Barry in London, dasselbe was die seit längst bekannte Revalenta arabica von Du Barry, über welche schon 1854 Frickhinger genauen Aufschluss gegeben hatte, und welche von Winckler für das Mehl der Saubohne, von Schnizlein für dasjenige der hellsamigen Futterwicke erklärt worden war, und welche nach Du Barry's Patent das mit Currypulver, das heisst mit Curcuma, Pfeffer und anderen Gewürzen aromatisirte Mehl der von ihren Hülsen befreiten Linsen sein sollte (siehe Dr. G. C. Wittstein's Taschenbuch der Geheimmittellehre, II Auflage), ergab sich mir bei der aus Auftrag der löbl. Sanitätsbehörde ausgeführten Untersuchung als bestehend aus:

10.673% Wasser,
3.036% Mineralsubstanzen,
86.290% organischen Stoffen, wovon:
- 81.847% Stärkemehl,
- 2.711% eines in Aether löslichen braungelben aromatischen Oeles,
- 1.732% einer in absolutem Alcohole löslichen weissen Substanz.

Die Revalesciere wurde durch schwach angesäuertes kochendes Wasser in Zucker übergeführt und gelöst. Ihre weisse Asche reagirte: im wässrigen Auszuge stark alkalisch, spurenweise auf Kohlensäure, ziemlich stark auf Schwefelsäure, stark auf Chlor und Phosphorsäure,

stark auf Eisen, ziemlich stark auf Kalk, Magnesia, Kali und Natron; im sauren Auszuge stark auf Phosphorsäure, Eisen und Kalk, etwas auf Thonerde und Magnesia; der im Wasser unlösliche Theil der Asche brauste stark mit Säure.

Drei verschiedene Proben enthielten 1.558%, 1.362% und 1.169% Stickstoff.

In welchem Verhältnisse der wahre Werth der Revalesciere zu ihren Anpreisungen als Kraftrestaurationsmehl für Kranke jeden Alters und schwache Kinder, als Heilmittel für Lungenschwindsucht u. s. w. steht, das ergibt sich aus obigen Angaben.

---

2) Die Pulmonalkapseln von Dr. West gegen Schwindsucht, welche ich im März 1861 aus Auftrag derselben Behörde untersuchte, enthielten Fischthran. — 25 Stück kosten 1 Thaler.

---

3) Eau Athénienne „pour nettoyer la tête et enlever les pellicules" von Hte. Bourgeois, Paris, Rue St. Denis 277, reagirte stark alkalisch, enthielt viel kohlensaures Kali (Potasche) und Kaliseife. Es ist nichts anderes als eine in Weingeist gelöste Kaliseife, wozu noch etwas Potaschelösung und aromatisches Oel gesetzt wurden.

V.

Ueber das in Basel verkäufliche Arrow-Root.

Die im Jahre 1860 aus Auftrag der löbl. Behörde von mir ausgeführte mikroskopische Untersuchung ergab, dass das von den chinesischen Missionsstationen kommende

Arrow-Root curcuma lemorhiza ist. Die in Basel in den verschiedenen Apotheken verkauften Sorten waren folgende: Maranta arundinacea oder Marantastärke, Chili-Arrow-Root, Manitot utilissima oder Rio- oder Brasilianisches Arrow-Root und Curcuma lemorhiza.

Vermischungen des ächten Arrow-Roots mit anderen Stärkemehlarten kommen hie und da vor; so fand ich zwei Male Sagomehl mit Maranta arundinacea, zwei Male Chili-Arrow-Root mit mehr oder weniger Kartoffelstärkemehl vermengt.

VI.

Ueber die Giftigkeit gefärbter Oblaten.

Anno 1862 untersuchte ich 212 in verschiedenen hiesigen Verkaufsläden durch die Polizei bezogenen Oblatenmuster, wobei sich folgende Resultate herausgestellt haben.

Alle rothen Oblaten erwiesen sich als giftig, indem sie mit der Oblatenmasse innig vermischte Mennige (Pb^3O^4) enthielten.

Die gelben Oblaten waren meist, die canariengelben immer mit Chromgelb, also chromsaurem Bleioxyde, gefärbt.

Viele der weissen Oblatenmuster enthielten Bleiweiss.

Die übrigen Farben waren unschuldiger Natur, nur die blauen und grünen Oblaten enthielten hie und da Berlinerblau und Chromgelb. Die mit Ultramarin gefärbten Oblaten hinterlassen nach dem Verbrennen eine ultramarinblaue Asche, welche mit verdünnter Salzsäure Schwefelwasserstoffgas entwickelt und dabei sich entfärbt, während die Farbe der Asche durch kochende Aetzkalilösung nicht verändert wird. Die schwarzen Oblaten hinterliessen eine röthlichgelbe Asche, worin viel Eisenoxyd; ge-

gen Zinnsalz plus Salzsäure, gegen Chlorkalk und gegen Säuren verhielt sich die schwarze Farbe wie Blauholzschwarz. Die hell- und dunkelrosarothen Oblaten waren mit unschuldigen Farben gefärbt worden; in ihrer Asche fanden sich nur Thonerde. Die chamoisgefärbten enthielten viel Eisenoxyd, ebenso die chocoladebraunen. Die übrigen Modefarben enthielten ausser Thonerde und Eisenoxyd keine Metallverbindungen.

Bei den weissen, strohgelben, hellbläulichgrauen, blauen und grünen lässt sich aus der Färbung kein Schluss ziehen, eine chemische Untersuchung ist hier nothwendig; die schwarzen, violeten, rosagefärbten und braunen Oblaten möchten stets unschädlicher Natur sein. Die schwarzen und braunen sind, vom sanitarischen Standpuncte aus betrachtet, am meisten zu empfehlen.

Was nun aber den Gehalt der Oblaten an giftigen Farbstoffen anbetrifft, so haben sich mir bei der quantitativen Analyse rother und weisser Oblaten folgende Resultate ergeben:

1) 36 Stücke rothe Oblaten, von 5^{cm} $5\frac{1}{2}^{mm}$ Durchmesser, von 28.103 Gramme Gewicht, hinterliessen beim Einäschern 7.544 Gramme einer gelben Asche, entsprechend 26.844% des Gewichtes der Oblaten. Diese Asche enthielt 4.444 Gramme Blei, entsprechend 4.902 Gramme Mennige, welche somit 17,444 Gewichtsprozente der Oblatenmasse ausmacht. Ein Stück Oblate enthielt sonach 0.136 Gramme Mennige oder 0.123 Gramme Blei.

2) 20 Stück rothe Oblaten, von 5^{cm} 4^{mm} Durchmesser, von 14.754 Gramme Gewicht, enthielten 1.810 Gramme Blei = 1.996 Gramme Mennige, was 13.529 Gewichtsprozent der Oblatenmasse ausmacht. Ein Stück Oblate enthielt 0.100 Gramme Mennige oder 0.090 Gramme Blei.

3) 18 Stück rothe Oblaten, von 4^{cm} 4^{mm} Durchmesser, von 7.910 Gramme Gewicht, enthielten 2.438 Gramme

Blei oder 2.689 Gramme Mennige, was 33.992% der Oblatenmasse ausmacht. Ein Stück Oblate enthielt sonach 0.149 Gramme Mennige = 0.135 Gramme Blei.

4) 48 Stücke weisse Oblaten, von 2.457 Gramme Gewicht, hinterliessen 0.552 Gramme Asche, worin 0.032 Gr. Blei, entsprechend 0.041 Gramme Bleiweiss (PbO,CO^2); 100 Gewichtstheile Oblaten enthielten hievon 1.668%.

VII.

Ueber die weisse Glasur eiserner Gefässe.

Schon seit einigen Jahren haben weiss glasurte eiserne Gefässe vielfache Verwendung nicht nur in chemischen Fabriken, sondern auch in der Küche gefunden. Nach dem Wunsche eines Hauses, welches sich mit dem Verkaufe solcher Gefässe befasst, habe ich die Glasur mehrerer Kochgefässe einer chemischen Untersuchung unterworfen, durch welche ermittelt werden sollte: 1) ob jene giftige Stoffe enthalte, 2) falls solche vorhanden wären, ob dieselben bei den gewöhnlichen Küchenoperationen aufgelöst würden. Das in der Glasur dreier Gefässe enthaltene Blei war in der Form von Bleioxyd, das in derjenigen zweier Gefässe enthaltene Arsenik als arsenige Säure vorhanden. In einer vierten Glasur war weder Blei noch Arsenik.

Die Anwesenheit von Bleioxyd und arseniger Säure als Bestandtheile der Glasur ist durchaus ohne Gefahr für den Consumenten der in den Kochgefässen zubereiteten Speisen. Selbst nach langem Kochen starken Essigs wurde keine Spur von Blei oder Arsenik gelöst; erst beim Schmelzen der Glasur mit Kalinatroncarbonat konnten die Bleiglätte und die arsenige Säure in Lösung gebracht werden.

MATHEMATIK.

Der Calculus Victorii,

von

Prof. Hermann Kinkelin.

(Den 8. Juli 1868.)

Herr Christ in München theilte in der Sitzung der k. bayr. Akademie vom 7. Febr. 1863 (Sitzungsberichte Jahrg. 1868, Band I. pag. 100 ff.) eine höchst interessante Pergamenthandschrift aus Bamberg mit, welche ein Werk des Victorius von Aquitanien unter dem Namen *argumentum calculandi* enthält und über die römische Rechnungsweise in der Mitte des V. Jahrhunderts sowie die damals in Gallien gebräuchlichen Maasse wichtige Aufschlüsse gibt. Wird ja doch diesem Victorius, der die Osterrechnung für den heil. Leo verfasst hat, der Ehrentitel *calculator studiosissimus* oder *scrupulosus* beigelegt und genoss dieser Calculus bis zum Auftreten der arabischen Rechenkunst, *Algorismus* genannt, eines grossen Ansehens. Die Bamberger Handschrift gibt aber nur den ersten Theil des Werkes, der früher dem Beda zugeschrieben war und sich auch in der Baseler Ausgabe seiner Schriften findet unter dem Titel: *Libellum*

de ratione calculi. Um so angenehmer war die Ueberraschung, als ich vor einigen Jahren in der Handschriftensammlung der öffentlichen Bibliothek von Basel ein vollständiges Exemplar fand und durch die Güte des Herrn Prof. Kiessling noch auf ein zweites gleichlautendes auf der Berner Stadtbibliothek (mss. math. 250) geleitet wurde.

Unsere Baseler Handschrift mit der Signatur (O) II. 3 besteht aus 12 Pergamentblättern in klein Folio. Die erste und die letzte Seite sind unbeschrieben. Die Schrift zeigt die schönen und reinen Züge des X. Jahrhunderts, das ganze Manuscript ist vorzüglich erhalten. Abgekürzte Worte finden sich selten, einzig *et* als Sylbe und Wort ist stets mit & bezeichnet. Die Seiten sind meist zweispaltig. Das Werk schliesst auf der ersten Seite des 11ten Blattes, auf welchem unten von anderer, etwas späterer Hand noch einige weitere Erklärungen über Gewichte und Hohlmaasse beigefügt sind. Die Rückseite dieses Blattes und die erste des 12ten Blattes enthalten endlich 162½ Verse des Pseudopriscianischen Lehrgedichtes. Ein Facsimile der Handschrift ist auf dem zu diesem Aufsatz gehörenden lithographirten Blatte mitgetheilt.

Es kann in diesen Blättern nicht der Ort sein, den ganzen Inhalt mitzutheilen, sondern ich muss mich auf eine Analyse desselben beschränken. Die Schrift beginnt mit den Worten:

1) INCIPIT PRAEFATIO DE RATIONE CALCVLI. Diese gibt nach einer kurzen Einleitung über die Art und Eintheilung der Einheiten, die man bei Christ (l. c. pag. 132) nachsehen kann, die Erklärung der folgenden Multiplikationstabellen und schliesst mit den Worten EXPLICIT PRAEFATIO. Nun folgen mit den Anfangsworten:

2) IN DĪ NOMINE INCIPIT LIBER CALCVLVS

QVEM VICTORIVS CONPOSVIT auf 10 Seiten die Multiplikationstabellen, von denen je fünf auf einer Seite stehen, auf der letzten nur vier. Sie geben die Vielfachen der *dimidia sextula*, der *sextula*, des *sicilicus*, der *duae sesclae*, der *semuncia*, der *uncia*, der *sescuncia*, des *sextus* u. s. w. bis zum *assis*, dann der Einer, der Zehner und der Hunderter bis zur Zahl Tausend in je 45 Zeilen, vom Doppelten bis zum Fünfzigfachen. Herr Christ hat zwei dieser Tabellen am angeführten Orte (pag. 135) abdrucken lassen.

3) Es folgen nun ohne besondere Ueberschriften mehrere weitere Tabellen und zwar zunächst eine Additionstabelle über die Addition der Einer in dieser Form

VIIIJ	&	VIIII	XVIIJ
VIIIJ	&	VIII	XVIJ
. . . . .			
VIII	&	VIII	XVI

sowie die Uncialbrüche, welche zusammen eine Einheit geben.

4) Eine Uebersicht der Zeichen für eine, zwei, drei u. s. w. bis zwölf Unzen.

5) Eine Tafel in 61 Zeilen, welche die Subtraktion der Hunderte von Tausend, der Zehner von Hundert, der Einer von Zehn, der vierfachen und zusammengesetzten Uncialbrüche von Eins und den Unterabtheilungen der Unze von einer Unze aufweist, in dieser Form

De $\overline{\text{I}}$ *t* C *R* DCCCC
de $\overline{\text{I}}$ *t* CC *R* DCCC, u. s. w.

6) Eine Additionstabelle auf anderthalb Seiten über das Addiren der Hunderter, Zehner und der Uncialbrüche, von derselben Form wie Tab. 3.

7) Die Angabe der Anzahl der *scripuli*, welche die einzelnen einfachen und zusammengesetzten Brüche enthalten, von der *dimidia sescle* aufsteigend um je 2 *scripuli*

bis zur Unze, und von da um je 12 Scripeln bis zu 300 Scripeln.

8) Eine Quadrattafel der ganzen Zahlen von 1 bis 50.

I *in se* IJ (sic!)
II *in se* IIIJ
III *in se* VIIIJ, u. s. w.

und eine solche der gemischten Zahlen von $1^1/_4$ um je $^1/_4$ steigend bis zu 14. Herr Christ hat diesen zweiten Theil aus den Angaben des Kommentators herzustellen gesucht (l. c. pag. 113); seine Darstellung stimmt mit unserer Handschrift überein, doch mit dem Unterschied, dass jede einzelne Abtheilung mit dem Quadrat der ganzen Zahl beginnt, statt schliesst. Es hat somit die erste Abtheilung nur 3 Zeilen, alle folgenden je 4 und die letzte nur eine. Hiezu gibt Victorius eine kleine Erläuterung in 9 Zeilen: *Totus prior numerus et eius quarta pars in secundo tramite inuenitur. Secundo totus prior numerus et duae quartae partes eius in secundo tramite inuenitur. Tertio totus prior numerus et ter quarta pars eius in secundo tramite inuenitur. Quotquot ergo asses* $^1/_4$ *aut* $^1/_2$ *aut* $^3/_4$ *praecesserint, eodem numero assum ipse* $^1/_4$ *aut* $^1/_2$ *aut* $^3/_4$ *geminantur usque XII locum, in quo XII* $^1/_4$ *in se CL* $^3/_{16}$ *efficiunt; eo quod duodecies* $^1/_4$ *geminatur.* Hiebei habe ich die römischen Bruchzeichen durch arabische ersetzt.

9) Eine Tabelle, welche die einfachen und zusammengesetzten Minutien als gewöhnliche Brüche darstellt und wovon in der lithographirten Tafel einzelne Proben wiedergegeben sind, in 50 Zeilen.

10) Eine Uebersicht der Minutien, nebst Angabe der Zahl der Scripeln, welche auf jeden Bruch gehen. Sie ist in dem Facsimile vollständig mitgetheilt.

11) Den vorstehenden Tabellen folgen drei Abschnitte, welche den Erklärungen gewidmet sind. Der erste gibt Anleitung zum Lesen und Aussprechen der Ta-

belle 2. Da die darin vorkommenden halbbarbarischen Zahlwörter Manchen interessiren mögen, so lasse ich diese Tabelle folgen.

JANVA CALCVLI

(f° 9 recto)	*Bis media sescle*	*id est*	*sescle*
	Bis sescle	*id est*	*duae sesclae*
	Bis sicilicus	*id est*	*semuncia*
	Bis duae sescle	*id est*	*semuncia et sescle*
	Bis semuncia	*id est*	*uncia*
	Bis uncia	*id est*	*sextas*
	Bis sescuncia	*id est*	*quadras*
	Bis sextas	*id est*	*treas*
	Bis quadras	*id est*	*semis*
	Bis treas	*id est*	*bisse*
	Bis quincunx	*id est*	*distas*
	Bis semis	*id est*	*assis*
	Bis septus	*id est*	*assis et sextas*
	Bis bisse	*id est*	*assis et treas*
	Bis dodras	*id est*	*assis et semis*
(f° 9 verso)	*Bis distas*	*id est*	*assis et bisse*
	Bis iabus	*id est*	*assis et distas*
	Bis assis	*id est*	*dipondius*
	Bis bini	*id est*	*quaterni*
	Bis terni	*id est*	*seni*
	Bis quaterni	*id est*	*octeni*
	Bis quini	*id est*	*deni*
	Bis seni	*id est*	*decus dipondius*
	Bis septus	*id est*	*decus quartus*
	Bis octus	*id est*	*decus sextus*
	Bis nonus	*id est*	*decus octus*
	Bis deni	*id est*	*ueceni* (corr: *uiceni*)
	Bis uigeni	*id est*	*quadrageni*
	Bis trigeni	*id est*	*sexageni*
	Bis quadrageni	*id est*	*octuageni*

Bis quinquai	*id est*	*cean*
Bis sexai	*id est*	*cean biae*
Bis septai	*id est*	*cean quadrai*
Bis octai	*id est*	*cean sexai*
Bis nonai	*id est*	*cean octai*
Bis cean	*id est*	*ducen*
Bis ducen	*id est*	*quadricen*
Bis tricen	*id est*	*sexacen*
Bis quadricen	*id est*	*octacen* (corr: *octicen*)
Bis quinquien	*id est*	*chile*
Bis sexacen	*id est*	*chile ducen*
Bis septacen	*id est*	*chile quadricen*
Bis octacen	*id est*	*chile sexacen*
Bis nonocen	*id est*	*chile octacen*
Bis chile	*id est*	*dischile*

ITEM

Ter media sescla

Quater media sescla

Quinquies media sescla, et reliqua.

12) Nun eine Erklärung der Tabelle 9, unter dem Titel: EXPLANATIO EXTREMAE PARTIS CALCVLI, worin zuerst angegeben ist, dass das Zeichen des Assis eigentlich *X* (siehe Facsimile Tab. 9), dass man aber, um Platz zu sparen, bei Wiederholung desselben einfach I setze, z. B. III statt *XXX*. Es wird dann unterschieden, ob ein einmal vervielfachter Bruch, *nota semel multiplicata*, ein Ganzes gebe (die Stammbrüche der heutigen Arithmetik), wie $^1/_3$, $^1/_4$ u. s. w., oder ob es mehrere Ganze gebe, wie $^2/_3$, $^5/_6$ u. s. w., welche 2, 5 u. s. w. Ganze ergeben.

13) Endlich noch eine Erklärung des zweiten Theils der Quadrattabelle 8: ITEM ALIA EXPLANATIO PRIORIS PARTIS. Ich theile den Anfang und Schluss derselben in unsern gebräuchlichen Ziffern mit, da sie uns einen Einblick in das Rechenverfahren gewährt:

$1\frac{1}{4}$ *in se* $1\frac{1}{2}$ $\frac{1}{24}$ $\frac{1}{48}$. *Inprimis tolle aequalitatem prioris numeri de subsequenti hoc est* $1\frac{1}{4}$, *remanet* $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{24}$ $\frac{1}{48}$, *quae isto modo diuidas: priorem numerum id est* $\frac{1}{4}$ *mitte super* 1 *eiusdem scilicet quartam partem,* $\frac{1}{24}$ $\frac{1}{48}$ *super* $\frac{1}{4}$ *similiter ipsius quartam partem,* u. s. w. *Sic isto modo per omnia crescente numero intellectus aperit.*

14) OLEARIA INCIPIVNT PONDERA. Es ist bekannt, dass die Römer die Hohlmaasse und Gewichte so mit einander in Zusammenhang brachten, dass 1 *Congius* Wein 10 *Libras* wog. Der Wein ist oft durch Oel ersetzt. Diese Tabelle gibt nun das Verhältniss der Hohlmaasse unter sich und ihr Gewicht, wenn sie mit Oel gefüllt sind. Die Anzahl der Unzen und andere Bemerkungen sind interlinirt. Das Pfund (*libra* oder *pondo*) ist als Assis in 12 Unzen getheilt; es kommt aber auch eine Angabe vor, wonach es 16 Unzen hätte, wobei also eine Verwechslung mit dem griechischen Pfund (*Mna*) stattgefunden hat. Ueber die *Himmina* ist bemerkt, dass: *himmina dicitur quasi seminina hoc est semis sextarii.* Ferner ist bemerkt, dass es einen kleinen Sextarius von zweimal x Unzen (= 20 = $1\frac{2}{3}$ ℔ als sechster Theil von 10 ℔), welches der gewöhnliche war, und einen grossen von zweimal xv Unzen (= 30) gebe.

1 *sextarius* = 2 *himminae* = 4 *quartarii* = 8 *octuarii* = 12 *chiati.*

Die übrigen Angaben zeigt folgende Zusammenstellung:

Mesura	1						2000	Unzen
Anfora gallica	—	1					$106\frac{2}{3}$	Pfunde
Anfora italica	—	$1\frac{1}{3}$	1				80	„
Modius	$6\frac{1}{4}$	4	3	1			$26\frac{2}{3}$	„
Simodius	$12\frac{1}{2}$	8	6	2	1		$13\frac{1}{3}$	„
Congeus	$16\frac{2}{3}$	$10\frac{2}{3}$	8	$2\frac{2}{3}$	$1\frac{1}{3}$	1	10	„
Sextarius	100	64	48	16	8	6	$1\frac{2}{3}$	„
							= 20 Unzen.	

15) ITEM MELARIA INC. Hiebei die Bemerkung: *Tertia pars uniuscuiusque mensurae olei additur ad mensuram mellis; mel enim gravius est quam oleum* d. h. 1 Gefäss mit Honig gefüllt, ist um 1/3 kleiner als ein solches von gleichem Gewicht mit Oel gefüllt, wonach also das specifische Gewicht des Honigs 1½ mal so gross als das des Oeles angenommen ist. Jedes Maass Honig wiegt demnach um die Hälfte mehr als das nämliche Maass Oel. Neu hinzukommende Angaben sind:

Centum pondo olei sextarii lx

Centum pondo mellis sextarii xl.

Talentum cuiuslibet mercedis (olei, mellis, auri, argenti rel.) pondo lxxx.

16) DE GEOMETRICA NVNC LOQVITVR. Als Einheit ist der Fuss *(pes)* angenommen, eingetheilt in 16 *Digitos transversos* oder 12 *uncias polices.* Ferner sind angeführt: *Palma* = 1/4 Fuss, *Cubitus* = 1 1/4 Fuss, *Gressus* = 2 1/2 Fuss, dann

Leuua	1						
Stadium	12	1					
Jugerum	31 1/4	—	1				
Aripennis	62 1/2	—	2	1			
Achina	75	—	—	—	1		
Pertica	750	62 1/2	24	12	10	1	
Passus	1500	125	48	24	20	2	1
Pes	7500	625	240	120	100	10	5

Ferner die *Parasanga* oder *Passus scinus* = 4000 *passus.* Die *Aripennis* wird auch *aripinis* genannt. Endlich sind noch zwei Maasse erwähnt, von denen das erste *Bisse* oder *Bes* 8 Unzen, das andere, *Cubitus ulna* 9 Unzen hält: *Propterea dicit cubitus ulna ad discretionem mensurae a sinu intus incipiente quae bes dicitur, et usque ad artum pagni utraque mensura extenditur.*

Als Flächenmaass ist der *Jctus*, ein Quadrat von

125 Fuss Umfang angegeben, von dem jede Diagonale 50 Fuss haben soll, was mit einer Zeichnung und mit Worten so erläutert ist: *Jctus habet* XXV *pedes in quadro, a medio incipientes in* IIII *partes, per circuitum autem* CXXV *pedes.* In der Zeichnung hat jede Seite $31^1/_4$ Fuss. Diese einander widerstreitenden Bestimmungen legen von Neuem von der Oberflächlichkeit der römischen Geometer Zeugniss ab.

Im Schluss dieses Abschnittes sind verschiedene weitere Maassbestimmungen untergebracht, die eigentlich nicht dahingehören; vermuthlich fehlt nur die dazu gehörige Ueberschrift. Wir erfahren darin, dass 1 *Obolus* = *dimidium scripuli, minima pars mensurae,* 1 *Denarius* = X scrip., 1 *Pondeus* = $II^1/_2$ scrip., 1 *Sestertium* = V sextaren, 1 *Gomor* = VI modien, 1 *Medignum (modius dignus)* ohne nähere Angabe, 1 *Sextula* = $^1/_6$ sextar, 1 *Mna, libra Greciae* = 16 Unzen, 1 *Talentum* = LX *librae atticae.*

17) DE REBVS LIQVIDIS.

Neben den schon in Tabelle 14 genannten Hohlmaassen lernen wir folgende kennen:

1 *Chiatus* = 4 *Mistri* = 16 *Demeses* = 32 *Coclearia.* ferner den *Quadrisextius* = 4 Sextaren, den *Hin* = 19 Sextaren und die *Opha* oder *Oephi* gleich einer *Anfora italica.*

18) DE ALTERA RATIONE.

Hier sind zunächst die Hohlmaasse als Bruchtheile der *himmina* angegeben. Im Weitern finden wir die Notiz, dass lx *librae talentum est* und lxxx *pondos talentum*, wonach es scheint, dass das attische Pfund von 16 Unzen vorzugsweise *libra*, das römische Pfund von 12 Unzen dagegen *pondo* genannt wurde, obgleich die Unterscheidung nicht consequent durchgeführt ist.

Es treten ferner als Münzgewichte auf:
1 *Stater* = 20 Scrip., 1 *Sicel* = 14 Scrip., 1 *Denarium* (sic) = 10 Scrip., 1 *Sicilicus* = 6 Scrip., 1 *Solidus* = $4^1/_2$ Scrip., 1 *Trimesis* = $1^1/_2$ Scrip.

Eine, wie ich glaube, bis jetzt noch nirgends gefundene Angabe ist:

Dragma = 2 Scrip., *Didragma* = 4 Scrip.

mit dem Beisatz: *Et alibi dragma* III *scrip.*, *didragma* VI *scrip.*

Schliesslich: *Tributum* X. *pars pecuniae; census solidus ab uno quoque denario* X *scriptulae.*

19) DE SIGNIS PONDERVM.

Ponderis signa plerisque ignota sunt et inde errorem legentibus faciunt. Quapropter formas eorum et caracteres ut a ueteribus signata sunt, subiciamus. Diese Zeichen sind:

Z $^1/_2$ *obolus*
— *obolus*
= 2 *oboli*
T 3 *oboli*
F 4 *oboli*
E 5 *oboli*
H *tremissis* = VIII *siliquae*
N *nummisma grecum id est solidus*
IB $^1/_2$ *solidus*
< *dragma quam etiam olcen appellant*
N Γ *semuncia*
Γ^0 *uncia*
λ̩ *libra*
KY *chiatus*
Ko *emina, quam greci cotilem uocant*
ξE *sextarius*
ξo *acitabulum, quod greci oxifalona uocant*
M^n *mna*
A λ *talentum*
λ o *kenix.*

Ich erwähne bei dieser Gelegenheit, dass an einigen Stellen des Manuscriptes die *uncia* auch mit ÷ oder mit = bezeichnet ist.

20) INC. NOMINA PONDERVM MEDICINALIVM QVORVM MENTIO IN SINGVLIS CONFECTIONIBVS CONTINETVR.

In dieser Tabelle wird der *Olcen* (= *Dragma*) auch *Vlcae* und *Vlcen* genannt, statt *Chiatus* ist die Schreibung *Cyatus* gebraucht, für *Cocleare* steht auch *Coclearium*.

Die Zahl Tausend ist nicht wie im Bisherigen durch einen über die I gesetzten Horizontalstrich bezeichnet, sondern durch ∞.

Libra	1							
Cotula	—	1						
Acitabulum	$6^2/_3$	—	1					
Cyatus	10	—	$1^1/_2$	1				
Stater	25	18	$3^3/_4$	$2^1/_2$	1			
Dragma	100	72	15	10	4	1		
Cocleare	200	144	30	20	8	2	1	
Scripulus	300	216	45	30	12	3	$1^1/_2$	1
Obolus	600	432	90	60	24	6	3	2
Siliqua	1800	1296	270	180	72	18	9	6

Ich überlasse es den Philologen vom Fach, das gebotene Material, das ich im Vorstehenden so vollständig als möglich excerpirt habe, weiter zu verwerthen. Als Mathematiker kann ich nur bestätigen, was diesem Calculus im Mittelalter nachgerühmt wurde, nämlich dass er ein sehr praktisches und vortreffliches Hülfsmittel für die damaligen Rechner war. Trotz der Uebung, die sie sich in der Bruch- (Minutien-) Rechnung nothwendig, obwohl mit grosser Mühe erwerben mussten, konnten sie dennoch mit Nutzen solche Tafeln gebrauchen, etwa wie heutzutage Zinstabellen und dgl. ihre vielfache Verwendung finden.

Zum Schlusse möge der Text der im Eingang erwähnten, von anderer, etwas späterer Hand unmittelbar

und ohne Ueberschrift unter das Obige geschriebenen weiteren Erklärungen eines unbekannten Verfassers folgen.

Ponderum pars minima calculus est, qui constat ex granis ciceris duobus, et apud quosdam siliqua pensante q tribus granis hordei declaratur. In pondere duo calculi ceratim faciunt, quatuor autem calculi siue ceratim obolum reddunt, duo oboli scripulum complent, tres scripuli dragmam reddunt. Dragma q constat siliquis xlviii, *et scripulus qui e ex siliquis* vi, *et obolus qui e ex tribus quadrantem efficiunt, continentem in se siliquos* xxvii. *Duo quadrantes staterem faciunt*, ii *stateres unciam reddunt. Juxta gallos uigesima pars unciæ denarius est, et* xii *denarii solidum reddunt, ideoque iuxta numerum denariorum tres unciæ quinque solidos complent, sic et quinque solidi in tres uncias redeunt. Nam* xii *unciæ libram* xx *solidos continentem efficiunt, sed ueteres solidum qui nunc aureus dicitur nuncupabant.*

At calculus minimus est omnium, ponderatur enim hordei grano uno aut lentis granis duobus. Siliqua secundum quosdam ponderatur hordei granis iiii, *inde etiam obolus cuei* (sic) *triplus sit granis hordei* xii, *secundum quosdam aut siliqua ciceris granis et lentis granis* viiii *asseuerant constare. Scripulus et gamma etiam olca nominatur, constat autem obolis duobus. Emina id est sextarius dimidius ponderatur libra una, sextarius libris duobus* (sic). *Koenix sextariis* iii. *Cinath sextariis* v. *Congius sextariis* vi. *Modius vero* xxii *sextarios. Vrna modius semis. Satum sextarios* xxxiii. *Batus sextarios* l. *Medimna modii* v. *Artaba sextarios* lxxii. *Gomor modii* xv. *Chorus modii* xxx. *De mensuris in liquidis, coclear minimum in mensuris id est dragma et dimidia. Them coclearia* ii. *Mistrum themes* iii. *Ciatus dragmæ* x. *Acitabulum vel oxiphalon dragmæ* xv. *Emina* c *dramæ* (sic). *Sextarius* cc *dragmæ. Amphora urne* ii. *Sextarius uini aut aq libra una et unc semis. Sextarius olei libra et semis. Semis libra et duæ libræ sextarius mellis.*

Pitiscus thesaurus mathematicus.

Mittheilung von

Prof. Fritz Burckhardt.

22. Juni 1868.

Vor der Erfindung der Logarithmen, deren erste Publikation in das Jahr 1614 fällt (Jo. Neperi, Mirifici logarithmorum Canonis descriptio) hatte sich die rechnende Astronomie mit einem erstaunlichen Aufwande von Zeit und Mühe Tafeln geschaffen, welche für die einzelnen Bögen die zugehörigen Sehnen oder Halbsehnen (Sinus) berechnet enthielten, mit einer bald grössern, bald geringern Genauigkeit. Die ausserordentlichste Arbeit dieser Art hat der in der Gelehrtenwelt unter dem Namen Rheticus bekannte Georg Joachim von Feldkirch, Freund und Theilnehmer an den Arbeiten des Nicolaus Copernicus, geliefert. (Er lebte von 1514—1576.) Seine Berechnungen erstrecken sich über die verschiedenen trigonometrischen Linien (Sinus, Tangens und Secans) für einen Radius von 1 000 000 000 000 000 d. h. 1 und 15 Nullen. Zu seinen Lebzeiten sind diese Tafeln nicht publizirt worden; durch die Bemühungen des Bartholomaeus Pitiscus von Grüneberg, der sie in dem Nachlasse des Valentinus Otto in einem äusserst verwahrlosten Zustande, theilweise halb verfault vorfand, und durch fürstliche Munifizenz wurde die Publikation ermöglicht, wenigstens so weit sie den Sinus betrifft. In der Vorrede versprach nun Pitiscus:

1) Den Canon der Sinus von 10 zu 10 Sekunden mit den ersten, zweiten und dritten Differenzen.

2) Den Sinus des ersten und des letzten Grades von Sekunde zu Sekunde mit den ersten und zweiten Differenzen. Beides aus dem Nachlasse des Rheticus.

3) Aus eigener Arbeit für den Radius 1 und 25 Nullen Principia Sinuum durch algebraische Analysis gefunden.

4) Aus eigener Arbeit den Sinus für 10, 30, 50 Sekunden in den ersten 35 Minuten, sowie auch den Sinus complementi für einen Radius von 1 und 22 Nullen.

Die Publikation geschah im Jahre 1613 unter dem Titel:

Thesaurus mathematicus sive Canon Sinuum ad radium 1 00000 00000 00000 et ad dena quæque scrupula secunda Quadrantis: ima cum sinibus primi et postremi gradus, ad eundem radium et ad singula scrupula secunda quadrantis: adjunctis ubique differentiis primis et secundis et, ubi restulit, etiam tertijs, jam olim quidem incredibili labore et sumptu a Georgio Joachimo Rhetico supputatus: at nunc primum in lucem editus et cum viris doctis communicatus a Bartolomæo Pitisco Grünbergensi Silesio, cujus etiam accesserunt:

I. Principia Sinuum ad radium

1 00000 00000 00000 00000 00000

quam accuratissime supputata.

II. Sinus decimorum, tricesimorum, et quinquagesimorum quorumque scrupulorum secundorum per prima et postrema 35 scrupula prima ad radium

1 00000 00000 00000 00000 00

Francofurti excudebat Nicolaus Hoffmannus, sumptibus Jonæ Rosæ Anno CIƆIƆCXIII

(MDCXIII).

Von diesem Werk sagt Montucla, histoire des

mathém. I. 582: C'est en effet un vrai trésor et un des monuments des plus remarquables de la patience humaine, disons mieux d'un devouement d'autant plus méritoire à l'utilité des sciences, qu'il n'est point accompagné de beaucoup de gloire. Car on y trouve 1) les sinus exprimés en 16 chiffres pour toutes les minutes et de dix en dix secondes du quart de cercle; 2) les mêmes sinus en 26 chiffres pour toutes les secondes du premier et du dernier degré du quart de cercle; avec les premières, secondes et même, quand il a fallu les troisièmes différences de chaque sinus avec le précédant et le suivant. Le titre annonce même le commencement de la table des sinus pour un rayon de 16 (sollte heissen 26) chiffres et les sinus des dixième, trentième, cinquantième secondes des 35 premières minutes calculées à 23 chiffres; mais Mr. de la Lande nous apprend dans le Journal des Savans de 1771, où il a donné une histoire fort détaillée et fort curieuse de cette production typographique, *que ces deux dernières parties manquent dans tous les exemplaires, qu'il a vu;* ce qui vient probablement de ce que Pitiscus étant mort en 1613 le libraire chercha à abréger son ouvrage. Mais dans ce cas il eût dû réformer le titre, qui est d'ailleur ordinairement la dernière feuille qu'on imprime. Quoiqu'il en soit, cet ouvrage est d'une utilité infinie pour vérifier les tables ordinaires etc.

Später gibt Kästner, Geschichte der Math. I. 612. die Anzahl der Seiten, welche jeder Abschnitt des Werkes einnimmt, richtig an, und la Lande in seiner 1803 erschienenen Bibliographie astronomique 1613 zählt vier vollständige Exemplare auf.

Von diesen, früher als nicht erschienen betrachteten, heute jedenfalls als höchst selten anzusehenden Werke besitzt unsere öffentliche Bibliothek ein vollständiges Exemplar (K. g. I. 3).

BOTANIK.

Bemerkungen über die Viola-Arten des östlichen Genfersees.

Von

Dr. H. Christ.

Wer die Formenkreise gewisser Typen (Arten, Genera etc.) näher untersucht, findet nicht selten, dass ein beträchtlicher Theil des geographischen Areals, in welchem der Typus vorkommt, nur wenige scharf getrennte und leicht zu unterscheidende Formen darbietet, während ein relativ, im Verhältniss zum Gesammtareal, vielleicht sehr kleiner Bezirk eine ganz auffallende Veränderlichkeit, einen Reichthum verschiedener, durch unmerkliche Uebergänge verbundener Formen enthält, so dass, was dort als zwei oder drei deutlich (specifisch) getrennte „Arten" erscheint, hier durch Zwischenformen zu einer systematischen Einheit verknüpft oder doch einander genähert scheint. Die Grade, in welchen diese Erscheinung beobachtet wird, sind verschieden. Zuweilen ist an solchen privilegirten Punkten die Verbindung zweier sonst getrennter Formen durch Uebergänge vollständig; zuweilen treten bloss Zwischenformen

auf, welche gewisse Charaktere beider, anderwärts als Arten betrachteter Formen vereinigen, aber so, dass die drei Formen: die beiden Species und diese Zwischenform immer noch zu unterscheiden sind, dass also nur ein ferneres Glied in die Kette eingeschoben ist, welches den Abstand der zwei ersten Glieder nicht ausfüllt, aber doch vermindert. Ein Beispiel der ersten Art ist das von mir (Flora 1864) beschriebene Zusammenfliessen von Pinus montana Mill. und Pinus silvestris L. im Ober-Engadin, eines der letztern Art das Verhalten der Abies Reginae Amaliae Heldreich und Apollinis Link, welche den Abstand zwischen den Formen A. pectinata DC. und A. cephalonica Loudon wenn nicht gänzlich, so doch sehr beträchtlich vermindern. [1])

Ein weiteres, sehr schönes Beispiel letzterer Gattung bieten die Violae (nominia) des östlichen Genfersees. Hier schieben sich nicht nur eine, sondern mehrere Zwischenformen zwischen zwei bei uns so scharf getrennte Arten: Viola hirta L. und Viola odorata L. ein, Zwischenformen, welche die Charaktere beider „Arten" in hohem Grad, aber nicht vollständig vereinigen, und zwar so, dass keine eigentlichen Uebergänge von der hirta zur odorata wahrnehmbar sind, sondern dass bloss eine Anzahl neuer, ähnlicher, aber zu unterscheidender Formen hinzutreten, welche die Variation des Typus, die im nördlichen Europa nur in zwei Formen stattfand, hier in wenigstens sieben Formen weiter führen. Ob diese Erscheinung darauf hinweist, dass das Schöpfungscentrum dieser Violae hier an der Grenze der Mittelmeerzone anzunehmen ist, während die nördlichen Gegenden nur eine spärliche Ausstrahlung von diesem, noch in

---

[1]) Siehe diese Verhandlungen 1862 III. 4 und botan. Zeitung Jahrg. 23, Nr. 27—29.

lebhaftem Fluss befindlichen Centrum aus empfangen haben, oder ob eine andere Hypothese die Erscheinung besser erklärt. mag. weil bestimmte Anhaltspunkte fehlen, dahingestellt bleiben. Aber jedenfalls erschüttern solche Belege die unbedingte Annahme der absoluten, specifischen Verschiedenheit von Formen, auch wo sie in sehr abweichender Gestalt nahe beisammen vorkommen, und erwecken den Gedanken, dass erst in einem andern, vielleicht sehr fernen Bezirk die verbindenden Mittelglieder zu suchen und zu finden sein können.

Die Thatsachen nun sind folgende:

1. *Viola hirta* L. tritt in der charakteristischen Gestalt, wie sie im Basler Jura vorkommt (V. hirta fraterna Rb.) mit kurzastigem, stolonenlosem gedrungenem Rhizom, mit Blüthen, die aus den dichten Rosetten der Blätter entspringen, die schon geöffnet sind, während die Blätter noch wenig entwickelt sind, mit dicht behaarten, länglich herzförmigen Blättern und zottigen Blattstielen, deren Haare zurückgeschlagen sind, am östlichen Genfersee nur selten und sparsam auf.

2. Auch die *Viola odorata* L. in ihrer typischen Form tritt zurück und findet sich weit spärlicher als bei uns, und mehr in der Höhe als in der untern Region.

3. Dagegen findet sich von Chillon an immer massenhafter eine sehr schöne Viola, die auf den ersten Blick bald an eine grosse hirta, bald an eine veränderte odorata mahnt. Sie wächst in grossen runden Rasen, in allen Wiesen, besonders im Schatten der Kastanien. Ich habe sie bis St. Maurice verfolgt. Um Villeneuve erscheint sie in zahlloser Menge. Sieht man genauer zu, so zeigen zwar ihre Stammtheile im Ganzen die Gestalt der hirta, aber weiter entwickelt: es ist ein vielköpfiges, äusserst verästeltes Rhizom, mit einer Menge im selben

Jahre blühender, gegen 2 Zoll langer, selten längerer Stolonen. Durch die reiche Verästelung des Rhizoms und die parallel gehende Stolonenbildung entsteht ein runder, gleichmässig (nicht bloss wie bei unserer hirta im Centrum) Blüthen entsendender Rasen. Das Entwicklungsstadium der Blätter ist dem der Blüthen ziemlich gleich, und folgt nicht, wie bei hirta, den Blüthen langsamer nach, so dass sich die Blüthenstiele der Form von Chillon nicht viel über die Blätter erheben, was physiognomisch sehr in's Gewicht fällt. Die vorjährigen Blätter sind rundlich, sehr breit oval, mit breit abgerundeten und dicht genäherten Lappen der tief herzförmigen Basis; sie sind viel breiter und kürzer, also runder als die Blätter der hirta. Die Pubescenz ist kurz, die Blätter eher scabra als pilosa; ihre Substanz ist trocken, starr, ohne den fetten Glanz der odorata. Sie zeigen einen leicht violetten Anhauch der Unterseite. Die Blüthen ähneln auf den ersten Blick der odorata, aber bald fällt der breitere, weisse Schlund und die im Ganzen hellere, röthlich violette Farbe auf, und — ein sehr constantes Merkmal — eine sattere, aderige und wolkige Coloration der äussern Fläche der Petalen. Das kalte Blau der V. hirta ist von dieser Farbe sehr verschieden. Hie und da zeigen sehr beschattete Exemplare eine tiefere, besonnte eine helle, ins weissliche Lila abschiessende Farbe. Die Blüthen haben einen schwachen, aber sehr lieblichen Duft, der nie das Herbe der odorata annimmt, der oft auch kaum wahrnehmbar ist.

So weit die Hügelzone der Waadtländer Alpen gegen den See und das Rhonethal abdachen, dominirt nun diese schöne Form so sehr, dass jeder Gedanke an Hybridation wegfällt. Sie ist von Jordan als *V. permixta* und *V. consimilis* aus Südfrankreich beschrieben, und von Reuter (Catal.) auch bei Genf als sehr häufig nachgewiesen worden.

4. Neben ihr ist nun in den höhern, schattigen Lagen dieser Hügel die *V. scotophylla Jordan* häufig. Sie hat grosse, langgestielte, lang und schmal zugespitzte vorjährige Blätter mit offener Bucht, zeigt einen tiefvioletten Anhauch aller grünen Theile, violetten Sporn der rein weissen Blüthe, und thut sich durch lange und zahlreiche Stolonen und starken Duft als nahe Verwandte der V. odorata kund.

5. Etwas seltener findet sich die der scotophylla sehr nahe stehende *V. alba Besser* (V. virescens Jordan), die sich durch gelbgrünes Colorit, gelblichen Sporn der weissen Blüthe und stumpfes Blatt von sehr spitzem Winkel der herzförmigen Ausschweifung von ihr unterscheidet. Von all diesen Formen ist die alba die einzige, welche sich den Jura entlang bis in unsere Gegend vorschiebt, wo sie ihre Nordgrenze erreicht.

Diese beiden weissen Veilchen sind wohl zu unterscheiden von der zuweilen vorkommenden weissen Spielart der odorata; sie zeichnen sich von letzterer sofort durch die grossen langgezogenen Blätter aus, die vom vorigen Sommer her den Winter überdauern und erst im zweiten Sommer abdorren, was bei der V. odorata nicht stattfindet.

6. Eine fernere, von Jordan als *V. multicaulis* beschriebene violette Form kommt ebenfalls sparsamer von Montreux bis Villeneuve an Waldrändern vor. Der odorata sonst nahestehend, zeichnet sie sich doch durch die Art des Wuchses sehr aus. Ein verlängertes schwaches Rhizom entsendet aus seiner Spitze strahlenförmig eine grosse Anzahl dünner, langer, fadenförmiger Stolonen, welche an ihrem Ende Wurzel schlagen und im gleichen Jahre (nicht wie die Stolonen der odorata erst im folgenden) Blätter und Blüthen entfalten. Die Blüthen sind blass violett, aussen dunkler geadert, mit sehr

breitem weissem Schlund. Diese Form ist die südlichste dieses Formenkreises: Baillet hat sie bei Toulouse, Jordan bei Lyon, Reuter bei Genf nachgewiesen.

7. Endlich steht, noch innerhalb unserer Region, an einer sehr warmen Halde bei Aigle, in grösserer Entfaltung freilich erst bei Sitten, die von Muret entdeckte *V. Steveni Besser.* Es ist diess eine odorata mit den typischen, derben Stolonen dieser Art, die jedoch durch sehr rauhhaarige Blätter und durch breite, kurze Petalen, durch blasse Coloration und durch einen grünlich weissen (nicht violetten) Sporn von der gewöhnlichen Form abweicht.

GEOLOGIE.

Palaeontologische Notiz von Hrn. Prof. Peter Merian.

Die im vorigen Bd. IV. S. 555 enthaltene Mittheilung über das Vorkommen der *Cardita crenata* Goldf. in dem Keuper der Neuen Welt bei Basel beruht auf einem Irrthum. Eine genauere Untersuchung der daselbst gefundenen Abdrücke hat herausgestellt, dass dieselben zerdrückte Exemplare von *Myophoria Goldfussii* Alb. sind.

Berichtigung.

Seite 144, Zeile 1 und 5 von oben sollte es heissen: *Curcuma (leucorrhiza?)*.
„ „ „ 4 „ „ „ „ „ *Manihot utilissima*.

CALCULUS VICTORII.

TAB. 9

·ʃ	—	deduc	parr	xii		
·ʃ	—ↄ	deduc	parr	xlviii	Duc	v
·ʃ	Ƒ	deduc	parr	viii		
·ʃ	Ƒↄ	deduc	parr	xlviii	Duc	vii
·ʃ	ʒ	deduc	parr	vi		

TAB. 10

l	aſ	xii	unciae	ʃʃ cclxxxviii
ʃʃʃ·	ſabuſ	xi	unciae	ʃʃ cclxiiii
ʃʃʃ	diſtaſ	x	unciae	ʃʃ ccxl
ʃʃ·	dodraſ	viiii	unciae	ʃʃ ccxvi
ʃʃ	biſſe	viii	unciae	ʃʃ cxcii
ʃ·	ſeptuſ	vii	unciae	ʃʃ clxviii
ʃ	ſemiſ	vi	unciae	ʃʃ cxliiii
ʒʃ·	quincuſ	v	unciae	ʃʃ cxx
ʒʃ	treaſ	iiii	unciae	ʃʃ xcvi
ʒ·	quatraſ	iii	unciae	ʃʃ lxxii
ʒ	ſextaſ	ii	unciae	ʃʃ xlviii
Ƒ	ſeſcuncia	i	uncia & ſemiſ	ʃʃ xxxvi
—	uncia			ʃʃ xxiiii
ſ	ſemuncia			ʃʃ xii
∪∪	duae ſeſcle			ʃʃ viii
ↄ	ſicilicuſ			ʃʃ vi
∪	ſeſcle			ʃʃ iiii
φ	dimidia ſeſcle			ʃʃ ii
ʃʃ	ſcripuluſ			

Verhandlungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

BASEL.

Fünfter Theil. Zweites Heft.

Basel.
Schweighauserische Verlagsbuchhandlung.
1869.

Schweighauserische Buchdruckerei.

Herrn Altrathsherr Professor

PETER MERIAN

widmet

die naturforschende Gesellschaft

in

BASEL

diesen Band ihrer Verhandlungen

als Zeichen des Dankes

für die

fünfzigjährige

ununterbrochene Wirksamkeit in ihrem Kreise.

CHEMIE.

Letzte Arbeiten von C. F. Schoenbein.

(Aus hinterl. Manusc. nach dem Tode veröffentlicht.)

I.

Ueber das Wasserstoffsuperoxyd als Mittel, die fermentartige Beschaffenheit organischer Materien zu erkennen.

Es ist eine jetzt wohlbekannte Thatsache, dass allen noch wirksamen Fermenten und insbesondere dem Vorbilde dieser merkwürdigen Gruppe organischer Materien, der gewöhnlichen Hefe, das Vermögen zukommt, nach Art des Platins das Wasserstoffsuperoxyd zu zerlegen, woraus folgt, dass HO_2-haltiges und mit irgend einem Ferment in Berührung gesetztes Wasser seine Fähigkeit verlieren muss, die Reactionen dieses Superoxydes hervorzubringen.

Nach meinen neuesten Untersuchungen ist die frisch bereitete Guajaktinctur in Verbindung mit dem wässrigen Auszuge des Gerstenmalzes das Empfindlichste aller bis jetzt bekannten Reagentien auf HO_2, mit dessen Hülfe verschwindend kleine Mengen des Superoxydes noch deutlichst sich nachweisen lassen. Tröpfelt man zu etwa 10 Grammen des auf HO_2 zu prüfenden Wassers so viel Guajaktinctur, bis die Flüssigkeit deutlich milchig geworden, und fügt man dann 8—10 Tropfen eines in der Kälte bereiteten und etwas concentrirten wässrigen Malzauszuges bei, so wird das Gemisch noch augenfälligst

gebläuet, wenn darin auch nur ein Zweimilliontel HO_2 enthalten ist.

Für diejenigen, welche die weiter unten beschriebenen Versuche wiederholen wollen, sei im Vorbeigehen bemerkt, dass das hiezu dienliche Wasserstoffsuperoxyd leicht so sich darstellen lässt, dass man in einer halblitergrossen lufthaltigen Flasche etwa 100 Gramme destillirten Wassers mit der gleichen Menge amalgamirter Zinkspähne eine Minute lang lebhaft zusammen schüttelt und dann filtrirt. Die durchgelaufene Flüssigkeit, obwohl noch arm an HO_2, vermag dennoch unter der Mitwirkung des Malzauszuges einen gleichen Raumtheil Guajaktinctur von 1 % Harzgehalt oder mit Hülfe einiger Tropfen Eisenvitriollösung auch den Jodkaliumkleister noch tief zu bläuen. Da unter sonst gleichen Umständen HO_2 um so langsamer sich zersetzt, je stärker es mit Wasser verdünnt ist, so kann es nicht auffallen, dass das vorhin erwähnte HO_2-haltige Wasser nach wochenlangem Stehen die Harzlösung und den Jodkaliumkleister immer noch stark bläuet, woraus sich abnehmen lässt, dass die während eines ganzen Tages in solchem Wasser freiwillig sich zersetzende Menge von Wasserstoffsuperoxyd so klein ist, dass sie bei den unten beschriebenen Versuchen ausser Betracht fällt.

Fügt man zu dem besagten HO_2-haltigen Wasser nur so viel wirksame Hefe oder Emulsin (Mandelmilch), dass dadurch die Flüssigkeit etwas trübe wird, so hat letztere schon nach wenigen Minuten die Fähigkeit verloren, die erwähnten HO_2-Reactionen hervorzubringen, was bei der geringen Menge des im Wasser vorhandenen Superoxydes (etwa $1/_{50000}$) nicht in Verwunderung setzen kann. Da nun nach meinen Beobachtungen die Fähigkeit der Fermente, Gährungen zu erregen, Hand in Hand gehet mit ihrem Vermögen, das Wasserstoffsuperoxyd

zu katalysiren und bekanntlich die Fermente ihre gährungserregende Wirksamkeit bei der Siedhitze des Wassers verlieren, so folgt hieraus, dass die Hefe, einige Zeit mit Wasser aufgekocht, oder die bis zum Sieden erhitzte Mandelmilch auf das in dem besagten Wasser enthaltene HO_2 nicht mehr katalysirend einwirken kann. Liess ich so behandelte Hefe oder Mandelmilch mit dem HO_2-haltigen Wasser Tage lang zusammen stehen, so vermochte Letzteres immer noch die Guajaktinctur wie auch den Jodkaliumkleister augenfälligst zu bläuen.

Nach meinen Beobachtungen sind durch die ganze Pflanzen- und Thierwelt Materien verbreitet, gleich den Fermenten mit dem Vermögen begabt, das Wasserstoffsuperoxyd zu katalysiren, bei welchem Anlass ich nicht unerwähnt lassen will, dass diese Materien in Wasser löslich (wie das Emulsin) oder organisirt sein können (wie die Hefe und manche thierischen Gewebe).

Hinsichtlich des Vorkommens solcher katalysirender Substanzen in der Pflanzenwelt haben meine Versuche gezeigt, dass sie keinem Pflanzensamen fehlen und darin in einem löslichen Zustande sich befinden, woher es kommt, dass die mit HO_2 übergossenen Samen in dieser Flüssigkeit eine ziemlich lebhafte Entbindung von Sauerstoffgas verursachen. Beim Zusammenstossen der Samen (zu welchen Versuchen die Cerealien und namentlich gekeimte Gerste sich besonders gut eignen) erhält man Auszüge, welche, zu dem HO_2-haltigen Wasser gefügt, das darin enthaltene Superoxyd rasch zerstören, diess aber nicht mehr thun, nachdem man sie nur kurze Zeit hatte aufsieden lassen, woraus erhellt, dass auch in dieser Hinsicht die katalysirenden Pflanzenstoffe den Fermenten vollkommen gleichen. Wie diess schon anderwärts von mir angegeben worden, enthalten auch noch andere Pflanzengebilde derartige Materien, unter welchen na-

mentlich die Pilze, Schwämme, Algen u. s. w. ganz besonders sich auszeichnen.

Was das Vorkommen katalysirender Substanzen im Thierreiche betrifft, so haben meine frühern Versuche dargethan, dass den Blutkörperchen diese Wirksamkeit in einem hohen Grade zukommt, wesshalb sie auch rasch das wiederholt erwähnte HO_2-haltige Wasser der Fähigkeit berauben, die Guajaktinctur und den Jodkaliumkleister zu bläuen.

Bis jetzt habe ich noch kein Thier irgend einer Klasse untersucht, dem Substanzen gefehlt hätten, welche zersetzend auf HO_2 einwirken, und es hat sich ergeben, dass an solchen Materien die niedern Thierklassen reich sind, wie z. B. die Insecten in ihren verschiedenen Bildungsstufen. Zerstampft man z. B. eine grössere Raupe oder einen Käfer mit 10—15 Grammen Wassers, so katalysirt die abfiltrirte Flüssigkeit das damit vermischte, etwas concentrirte Wasserstoffsuperoxyd in augenfälligster Weise, und ich habe mit einer zerquetschten Raupe 500 Gramme unseres HO_2-haltigen Wassers in wenigen Minuten des Superoxydes beraubt. Eine Seidenraupe, eben im Begriffe sich einzuspinnen, erwies sich besonders wirksam, und eine gewöhnliche Gartenschnecke mit ihrem 8—10-fachen Gewichte Wassers zusammengestampft, lieferte ein klares Filtrat, welches aus etwas concentrirtem HO_2 lebhaft Sauerstoffgas entband, wobei kaum nöthig sein dürfte, ausdrücklich zu bemerken, dass alle diese wässrigen Auszüge durch kurzes Aufkochen ihre katalysirende Wirksamkeit verlieren unter Ausscheidung eines eiweissartigen Gerinnsels.

Alle die angeführten Thatsachen machen es so gut als gewiss, dass, wie keiner Pflanze, so auch keinem Thiere fermentartige, d. h. solche Materien mangeln, welche nach Art des Platins oder der Blutkörperchen

das Wasserstoffsuperoxyd zu katalysiren vermögen, und dass somit hievon auch die mikroscopischen Gebilde pflanzlicher und thierischer Art keine Ausnahme von der Regel zeigen werden.

Was die chemische Natur aller dieser fermentartigen Substanzen betrifft, so darf man sie als albuminos bezeichnen; einmal, weil deren wässrige Lösungen in der Siedhitze sich trüben, und das dabei entstehende Gerinnsel in Essigsäure sich löst und durch Salpetersäure gelb gefärbt wird. Und dass auch die unlöslichen katalysirenden Substanzen, wie z. B. der Blutfaserstoff, manche thierischen Gewebe, die Hefe u. s. w. zu den Albuminaten gehören, ist eine bekannte Sache.

Ich habe schon in frühern Mittheilungen auf die chemisch-physiologische Bedeutung der über die ganze Pflanzen- und Thierwelt sich erstreckenden Verbreitung katalysirender oder fermentartiger Materien aufmerksam gemacht und die Ansicht ausgesprochen, dass dieselben durch diese Wirksamkeit an den in den lebenden Organismen unaufhörlich stattfindenden Stoffeswandlungen einen wesentlichen Theil haben und zwar so, dass die Einen dieser Materien eine Rolle spielen, vergleichbar derjenigen, welche in den Gährungserscheinungen den Fermenten beigemessen wird, und Andere, wie z. B. die Blutkörperchen, den atmosphärischen Sauerstoff zur chemischen Thätigkeit anregen und dadurch Oxydationswirkungen im Organismus einleiten. Es soll hier nicht verschwiegen bleiben, dass, je weiter ich meine Untersuchungen über das bezeichnete Erscheinungsgebiet ausdehne, ich um so mehr in der geäusserten Ansicht bestärkt werde, wesshalb ich auch dafür halte, dass es im Interesse der gesammten Physiologie liege, den in dieser Mittheilung hervorgehobenen allgemeinen Thatsachen einige Aufmerksamkeit zu schenken.

Da nach den obigen Angaben es höchst wahrscheinlich ist, dass auch die mikroscopischen Organismen das Wasserstoffsuperoxyd zu katalysiren vermögen, d. h. fermentartige Materien enthalten, und wir jetzt im Stande sind, mit Hülfe der erwähnten Reagentien noch verschwindend kleine Mengen der genannten Sauerstoffverbindung nachzuweisen, so dürfte namentlich die Guajaktinctur in Verbindung mit dem wässrigen Malzauszuge künftighin vielleicht dazu benützt werden können, auf chemischem Wege die Anwesenheit solcher Organismen an ihrer katalytischen Wirksamkeit im Wasser zu erkennen, ein Untersuchungsmittel, welches aus nahe liegenden Gründen sehr erwünscht sein müsste.

Bei der chemischen Prüfung des Trinkwassers sucht man immer auch mit besonderer Sorgfalt dessen Gehalt an organischer Materie zu bestimmen, und findet sich hievon in demselben eine merkliche Menge vor, so ist man geneigt, solchem Wasser nachtheilige Wirkungen auf den Organismus zuzuschreiben. Da es viele sehr verschiedenartige organische Substanzen gibt, welche, selbst wenn reichlichst im Wasser enthalten, demselben doch keine gesundheitsschädliche Wirksamkeit ertheilen würden, so lässt sich auch aus dem blossen Vorkommen organischer Materien in einem Trinkwasser auf dessen Schädlichkeit noch kein sicherer Schluss ziehen. Ehe diess geschehen kann, muss vor Allem die Natur der organischen Substanz gekannt sein, und zwar muss man zunächst wissen, ob dieselbe fermentartig wirke, d. h. das Wasserstoffsuperoxyd zu zerlegen vermöge.

Neuere Forschungen haben der Vermuthung Raum gegeben, dass gewisse mikroscopische Organismen Krankheitsursachen werden können, und da jene höchst wahrscheinlich ebenfalls katalysirend oder hefenartig wirken, so wäre es wohl möglich, dass durch dieses oder jenes

Trinkwasser derartige organische Gebilde in den Körper eingeführt und dadurch in demselben ungewöhnliche chemisch-physiologische Vorgänge, d. h. Krankheiten verursacht würden. Es ist diess aber eine blosse Möglichkeit und keine Gewissheit; denn es könnte ein Wasser katalysirende Materien enthalten, ohne desshalb schädlich zu wirken, wie diess aus dem Umstande erhellt, dass wir häufig Pflanzengebilde im ungekochten Zustande, wie z. B. Obst, oder alten Käse, geniessen, ohne dass wir dadurch krank werden, obwohl dieselben nach meinen Versuchen Materien enthalten, welche das Wasserstoffsuperoxyd ziemlich lebhaft zu katalysiren vermögen, sich also fermentartig verhalten.

Wie bestimmte Gährungserscheinungen nur durch specifische Fermente verursacht werden können, so dürften auch eigenthümliche Krankheiten nur durch bestimmte Organismen, d. h. darin enthaltene specifische hefenartige Materien eingeleitet werden. Bei der Frage über die Schädlichkeit dieses oder jenes Trinkwassers lässt sich einstweilen nur so viel sagen, dass dasjenige, welches völlig frei von einer organischen katalysirenden Substanz ist, in gesundheitlicher Hinsicht mit grösserer Sicherheit genossen werden kann, als ein Wasser, das eine solche Materie enthält, und dass irgend ein Wasser, welches aufgekocht worden, keine Gährungserscheinungen im Organismus zu verursachen vermag, weil erfahrungsgemäss bei der Siedhitze des Wassers die hefenartige Wirksamkeit aller organischen Materien aufgehoben wird.

Ich beabsichtige späterhin mit Hülfe der oben erwähnten Reagentien die Einwirkung verschiedener Wässer auf das Wasserstoffsuperoxyd näher kennen zu lernen, will aber jetzt schon die Ergebnisse mittheilen, zu welchen mich einige über diesen Gegenstand vorläufig von mir angestellte Versuche geführt haben. Aus einer Cisterne

genommenes klares Wasser, in welchem jedoch ziemlich viele Vibrionen sich erkennen liessen, wurde mit so viel HO_2 versetzt, dass es, durch Guajaktinctur milchig gemacht, beim Zufügen von Malzauszug noch deutlichst sich bläuete. Nach zwölfstündigem Stehen brachte das gleiche Wasser diese Reaction nicht mehr hervor, war also das darin vorhandene HO_2 verschwunden, während destillirtes Wasser, gleichzeitig mit derselben Menge von HO_2 vermischt, die Guajaktinctur noch immer zu bläuen vermochte. Liess ich das Cisternenwasser nur kurze Zeit aufkochen, so verhielt es sich zum Wasserstoffsuperoxyd wie das destillirte Wasser. Möglicher Weise könnte in dem angeführten Versuche das Superoxyd dadurch zerstört worden sein, dass dessen sonst so leicht bewegliche Sauerstoffhälfte auf das im Cisternenwasser vorhandene organische Material oxydirend eingewirkt hätte; es haben jedoch meine frühern Versuche schon gezeigt, dass HO_2 gegen viele leicht oxydirbare Materien unorganischer und organischer Art, wie z. B. gegen den Phosphor, die phosphorichte Säure, den Aether, Weingeist, die Pyrogallussäure, die Kohlenhydrate, das frische Eiweiss u. s. w. chemisch unthätig sich verhalte, welcher Umstand allein schon es wenig wahrscheinlich macht, dass das Wasserstoffsuperoxyd auf die organischen Materien des Cisternenwassers oxydirend eingewirkt habe. Zu dem kommen aber noch die Ergebnisse der oben erwähnten Versuche, welche zeigen, dass die mit katalytischer Wirksamkeit begabten pflanzlichen und thierischen Materien nach kurzer Erhitzung mit Wasser nicht mehr zersetzend auf HO_2 einwirken, obgleich sie desshalb nicht aufgehört haben, oxydirbar zu sein. Und eben so verstehet es sich von selbst, dass durch das blosse Aufkochen des Cisternenwassers aus demselben das darin enthaltene organische Material nicht entfernt wird, welche Thatsachen zusammen-

genommen wohl nicht daran zweifeln lassen, dass in unserm Versuche das Wasserstoffsuperoxyd durch Katalyse verschwunden sei und somit das Cisternenwasser eine fermentartige Materie enthalten habe.

II.

Ueber den thätigen Zustand der Hälfte des in dem Kupferoxyd enthaltenen Sauerstoffes und ein darauf beruhendes höchst empfindliches Reagens auf die Blausäure und die löslichen Cyanmetalle.

Bekanntlich ist es eine charakteristische Eigenschaft des ozonisirten Sauerstoffes als solcher mit dem Guajak eine tiefblaue Verbindung einzugehen, was in der Regel selbst dann geschieht, wenn derselbe im gebundenen Zustande sich befindet, wie er z. B. zu Fünfsiebentel in der Uebermangansäure oder zur Hälfte im Bleisuperoxyd u. s. w. vorhanden ist. Was nun das Kupferoxyd betrifft, so vermag es für sich allein die Guajaktinctur nicht zu bläuen, d. h. thätigen Sauerstoff an das Harz abzutreten, wohl aber das an schwächere Säure z. B. Essig- und Ameisensäure gebundene Oxyd in ähnlicher Weise wie diess die löslichen Eisenoxydsalze thun. Eben so bekannt ist, dass unter geeigneten Umständen das Kupferoxyd die Hälfte seines Sauerstoffes an oxydirbare Materien, z. B. an Traubenzucker leicht abgibt und zu Oxydul reducirt wird, woraus erhellt, dass diese Sauerstoffhälfte beweglicher oder thätiger als diejenige ist, welche mit dem Kupfer das Oxydul bildet. Diese Thatsachen liessen mich daher schon längst das Kupferoxyd zu den Sauerstoffverbindungen zählen, welche ich als Ozonide bezeichne.

Meines Wissens hat Pagenstecher zuerst darauf auf-

merksam gemacht, dass die blausäurehaltige Guajaktinctur durch die Kupfersalzlösungen gebläuet wird, ohne jedoch den Grund dieser Färbung anzugeben, was zu seiner Zeit auch nicht möglich gewesen wäre, weil man damals die eigenthümlichen Beziehungen des Guajaks zum Sauerstoff noch nicht genau kannte. Nach meinem Dafürhalten beruhet die fragliche Bläuung ebenfalls auf dem beweglichen thätigen Zustande der Hälfte des im Kupferoxyd enthaltenen Sauerstoffes, der unter geeigneten Umständen auch auf das Guajak sich überführen lässt, wie diess weiter unten gezeigt werden soll. Man nimmt drei Verbindungen des Kupfers mit Cyan an: Kupfercyanür $Cu_2\,Cy$, Cyanid $Cu\,Cy$ und Cyanür-Cyanid $Cu_2\,Cy$, $Cu\,Cy$, von welchen beiden Letztern meine Versuche gezeigt haben, dass sie die Guajaktinctur sofort auf das tiefste bläuen, wie dieselben auch mit Wasser behandelt farblose Lösungen liefern, welche die gleiche Reaction in augenfälligster Weise hervorbringen und durch schweflichte Säure milchig werden in Folge der Ausscheidung von Kupfercyanür, woraus erhellt, dass diese Verbindungen obwohl spärlich doch noch in merklicher Menge in Wasser löslich sind.

Solche bläuende Flüssigkeiten erhält man auch beim Behandeln des wasserfreien und hydratirten Kupferoxydes wie auch der löslichen und unlöslichen Kupfersalze mit wässriger Blausäure. Dass die Blausäure mit Kupferoxydhydrat und dem kohlensauren Oxyd Cyanür-Cyanid erzeugt, hat schon Wöhler gezeigt, welche Verbindung auch bei der Einwirkung der gleichen Säure auf die übrigen Kupfersalze gebildet wird, wesshalb wohl angenommen werden darf, dass die Bläuung der Guajaktinctur mittelst Cyanwasserstoffes und eines Kupfersalzes immer durch das Cyanid allein bewirkt werde, da das reine Kupfercyanür diese Wirkung nicht hervorzubringen vermag. Der so

tiefen Färbung des Guajakozonides halber lässt sich daher das Guajak zur Nachweisung äusserst kleiner Mengen sowohl des Cyanwasserstoffes als des Kupferoxyds benutzen, was schon von Pagenstecher angedeutet worden ist; und wie ausserordentlich gross die Empfindlichkeit des Harzes, in Verbindung mit einem Kupfersalze angewendet, gegen die Blausäure sei, wird man aus den nachstehenden Angaben abnehmen können.

Filtrirpapier mit frisch bereiteter Guajaktinctur[1]) von 3% Harzgehalt getränkt und nach dem Verdunsten des Weingeistes mit Wasser benetzt, das ein Zweitausendstel Kupfervitriol enthält, bläuete sich augenfälligst, bei Einführung in einen 46 Liter grossen Ballon, in welchen man vorher einen einzigen Tropfen wässriger Blausäure von 1% HCy-Gehalt hatte fallen lassen.

Ein erbsengrosses Stückchen Cyankaliums in eine lufthaltige 20 Liter fassende Flasche gebracht, entwickelt schon im Laufe weniger Minuten genug Blausäure, um mit der verdünnten Kupferlösung benetztes Guajakpapier unverweilt zu bläuen. Eben so lässt sich mit diesem Reagenspapier zeigen, dass beim Zusammenbringen des Amygdalins mit Emulsin die Umsetzung des Erstern in

[1]) Da nach meinen neuern Versuchen selbst die von Luft vollkommen abgeschlossene Guajaktinctur im Licht die Eigenschaft verliert, durch den ozonisirten Sauerstoff gebläuet zu werden, so muss dieselbe im frischen Zustande angewendet werden, wenn sie den höchsten Grad von Empfindlichkeit gegen die Blausäure besitzen soll. Eine Tinctur von 1% Harzgehalt wird nach 5—6 stündiger Einwirkung des unmittelbaren Sonnenlichtes weder von Kupferlösung mit Blausäure noch von irgend einem andern oxydirenden Agens mehr gebläuet. Da selbstverständlich auch das zerstreute Licht die gleiche Wirkung obwohl langsamer auf die Harzlösung hervorbringt, so muss dieselbe im Dunkeln aufbewahrt werden, wenn sie ihre volle Empfindlichkeit als Reagens auf die Blausäure beibehalten soll, wobei es gleichgültig ist, ob die Tinctur mit Luft in Berührung steht oder nicht.

Blausäure u. s. w. schon bei gewöhnlicher Temperatur sofort beginne, zu welchem Behufe man einige Milligramme des Glucosides mit einigen Tropfen Mandelmilch auf ein Uhrschälchen bringt und auf dasselbe ein gleiches Gläschen legt, an dessen Innenseite ein Streifen des mit der verdünnten Kupferlösung befeuchteten Guajakpapiers haftet, unter welchen Umständen das Letztere rasch gebläuet wird; in noch einfacherer Weise lässt sich der gleiche Versuch so anstellen, dass man auf das Reagenspapier selbst Amygdalin und einen Tropfen Mandelmilch bringt.

Das gleiche Reagenspapier über unverletzte (in einem Gefäss eingeschlossene) bittere Mandeln, Pfirsich-, Aprikosen-, Kirsch-, Pflaumen- und Apfelkerne oder frische Kirschlorbeerblätter aufgehangen, bleibt ungefärbt zum Beweise, dass in diesen Pflanzengebilden noch keine Blausäure vorhanden ist; werden dieselben aber zerquetscht oder auch nur zerschnitten, so entbindet sich in dem Gefässe bald so viel Blausäuredampf, dass das Reagenspapier dadurch augenfälligst gebläuet wird. Aus diesen Angaben erhellt, dass das mit der Kupferlösung benetzte Guajakpapier auch als mittelbares höchst empfindliches Reagens auf das Amygdalin benützt werden kann, mit dessen Hülfe dieses Glucosid leicht da sich entdecken lässt, wo es bisher seiner geringen Menge halber noch nicht aufgefunden werden konnte.

Nach diesen Angaben braucht kaum noch bemerkt zu werden, dass mittelst der Guajaktinctur und der verdünnten Kupfervitriollösung auch noch winzigste Mengen gelöster Blausäure sich erkennen lassen. Wasser z. B., welches $^1/_{100000}$ HCy enthält, mit dem gleichen Volumen einer Guajaktinctur von 1 % Harzgehalt vermischt, wird durch die Kupfervitriollösung tief gebläuet, ja augenfälligst noch Wasser, das nur ein Halbmilliontel Blau-

säure enthält. Wird Wasser von einem Zweimilliontel Säuregehalt durch Guajaktinctur etwas milchig gemacht, so bläuet sich dasselbe beim Zufügen einiger Tropfen der verdünnten Kupferlösung noch deutlich, und kaum ist nöthig noch beizufügen, dass die oben erwähnten amygdalinhaltigen und zerquetschten Pflanzengebilde, mit einigem Wasser übergossen, sofort eine die kupfersalzhaltige Guajaktinctur tiefbläuende Flüssigkeit liefern.

Es fragt sich nun, wie das Kupfercyanid die Guajaktinctur bläue. Werden das Kupfercyanür-Cyanid und das Cyanid als Hydrate betrachtet, so muss man zur Erklärung der Bläuung der Harzlösung annehmen, dass ein Theil des Cyans dieser Verbindungen mit dem Wasserstoff des vorhandenen Wassers zu Blausäure sich verbinde, und der dadurch frei gewordene Sauerstoff zum Harze trete, um das blaue Guajakozonid zu bilden, gemäss der Gleichung 2 Cu Cy + 2 HO + Guajak = Cu_2 Cy + HCy + HO + O — Guajak. Da für mich aus verschiedenen Gründen eine solche Wasserzersetzung wenig wahrscheinlich ist, und weder das Kupfercyanür-Cyanid noch das Cyanid für sich bestehet, so bin ich geneigt anzunehmen, dass die sogenannten Hydrate dieser Verbindungen blausaures Kupferoxyd oder Kupferoxyduloxyd seien, welche bei Gegenwart von Guajak in Kupfercyanür, Blausäure, Wasser und Guajakozonid sich umsetzen, so dass also der zur Bildung der letztern Verbindung nöthige active Sauerstoff aus dem Kupferoxyd und nicht aus dem Wasser stammte. Thatsache ist, dass heim Uebergiessen des Cyanür-Cyanids mit conzentrirter Guajaktinctur unter augenblicklicher Bläuung dieser Flüssigkeit sofort Blausäure auftritt, welche schon durch den Geruch aber auch an der Bläuung des mit verdünnter Kupferlösung benetzten Guajakpapieres sich erkennen lässt. Zu Gunsten

der Annahme, dass in dem besagten Cyanür-Cyanid und Cyanid Blausäure enthalten ist, scheint mir auch die Thatsache zu sprechen, dass das über diesen Verbindungen aufgehangene kupfersalzhaltige Guajakpapier selbst bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich bald sich bläuet, woraus erhellt, dass aus demselben einige Blausäure sich entbindet, wobei ich bemerken will, dass das blausaure freie Cyangas diese Wirkung nicht hervorbringt. Alle die angeführten Thatsachen zeigen, dass das Guajak in Verbindung mit einem Kupfersalz ein wenigstens eben so empfindliches Reagens auf die Blausäure ist, als die Blutkörperchen vereint mit Wasserstoffsuperoxyd, vor welchen es seiner leichten Anwendbarkeit wegen noch den Vorzug verdient.

Dass auch die alkalischen Cyanmetalle in Verbindung mit einem löslichen Kupfersalze die Guajaklösung bläuen, versteht sich von selbst, und ich finde, dass Wasser, welches nur ein Milliontel Cyankaliums enthält, beim Zufügen verdünnter Kupfervitriollösung die Tinctur noch deutlich bläuet.

Da der freie und in der Regel auch schon der gebundene ozonisirte Sauerstoff aus dem Jodkalium Jod frei macht, so werden in der Regel der jodkaliumhaltige Stärkekleister und die Guajaktinctur unter den gleichen Umständen gebläuet. Ist es nun der im Kupferoxyd enthaltene thätige Sauerstoff, welcher bei Anwesenheit von Blausäure die Guajaktinctur bläuet, so sollte derselbe unter den geeigneten Umständen die gleiche Wirkung auch auf den besagten Kleister hervorbringen. Das Kupferoxyd für sich allein vermag den Letztern eben so wenig als die Guajaktinctur zu bläuen, bekannt ist aber, dass das schwefelsaure Kupferoxyd unter Bildung von Kupferjodür und Ausscheidung von Jod das Jodkalium zersetzt und desshalb den Jodkaliumkleister bläuet. Diess

thut indess nur die concentrirtere Lösung dieses Metallsalzes, die verdünntere aber entweder gar nicht mehr oder nur langsam. So z. B. wird Wasser, das ein Tausendstel Jodkaliums nebst einigem Stärkekleister enthält, durch Kupfervitriollösung von 1/4 % Salzgehalt nicht mehr gebläuet. Ein Gemisch aus zehn Grammen des genannten Kleisters und einem Gramm der besagten Kupferlösung wird jedoch durch einige Tropfen wässriger Blausäure von 1 % HCy-Gehalt augenblicklich tief gebläuet, was auffallender Weise nicht mehr geschieht, wenn man das gleiche Gemisch vor dem Zufügen der Blausäure noch mit einigen Raumtheilen Wassers verdünnt. In ähnlicher Weise verhalten sich auch die übrigen löslichen Kupfersalze. Aus diesen Angaben erhellt somit, dass der Jodkaliumkleister zur Ermittlung der gelösten Blausäure viel weniger gut als die Guajaktinctur sich eignet; dagegen lassen sich mit Hülfe jenes Reagens noch verschwindend kleine Mengen der dampfförmigen Säure bei folgendem Verfahren nachweisen. Ein trockener Streifen jodkaliumhaltiges Stärkepapier (mittelst eines aus 1 Theil Jodkaliums, 10 Theilen Stärke und 200 Theilen Wassers bestehenden Kleisters bereitet) mit einer Kupfervitriollösung von 1/4 % Salzgehalt benetzt, bläuet sich rasch beim Einführen in eine 20 Liter grosse Flasche, in welche man vorher einen Tropfen wässriger Blausäure von der oben angegebenen Stärke hatte fallen lassen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass bei längerem Verweilen des Reagenspapieres in dem Gefäss die blaue Färbung wieder verschwindet in Folge der Umsetzung des Jodes der entstandenen Jodstärke mit noch vorhandener Blausäure in Jodcyan und Jodwasserstoff.

Dieses Verhaltens des Jodes zur Blausäure und der tiefblauen Färbung der Jodstärke halber kann letztere auch als höchst empfindliches Reagens auf den Cyan-

wasserstoff dienen, von welchem sich mit dessen Hülfe nach meinen Versuchen noch ein Zweimilliontel im Wasser nachweisen lässt, ohne dass damit schon die Grenze der Empfindlichkeit erreicht wäre. Zu derartigen Versuchen bereite ich mir die wässrige Jodstärke so, dass ein Theil Stärke mit 500 Theilen Wassers kurz aufgekocht, dann filtrirt und zu der durchgelaufenen erkalteten Flüssigkeit Jodwasser gefügt wird; da die gesättigte wässrige Jodlösung selbst schon ziemlich stark gefärbt ist, und grosse Mengen derselben durch verhältnissmässig kleine Quantitäten Blausäure entfärbt werden, so kann sie schon für sich allein als sehr empfindliches Reagens auf diese Säure benützt werden.

Schliesslich noch eine Bemerkung über die spontane Zersetzbarkeit der Blausäure. Da dieselbe besonders im wasserfreien Zustand als eine leicht von selbst zersetzbare Verbindung gilt, so interessirte es mich, mit Hülfe des kupfersalzhaltigen Guajakpapieres zu ermitteln, ob das Licht in Verbindung mit atm. Sauerstoff zerstörend auf die dampfförmige Cyanwasserstoffsäure einwirke. Zu diesem Behufe liess ich einen Tropfen der wässrigen Säure von 1 % HCy-Gehalt in eine 10 Liter fassende lufthaltige Flasche fallen, letztere wohl verschlossen einige Monate hindurch der Einwirkung des zerstreuten und unmittelbaren Sonnenlichtes aussetzend. Nach dieser langen Zeit vermochte der Luftgehalt das Reagens immer noch eben so rasch wie anfänglich zu bläuen, woraus erhellt, dass unter den erwähnten Umständen keine Zersetzung der Blausäure stattgefunden.

III.

Ueber das Vorkommen des Wasserstoffsuperoxydes in der Atmosphäre.

Da nach meinen Beobachtungen bei so vielen in der atmosphärischen Luft stattfindenden langsamen Oxydationen unorganischer und organischer Materien Wasserstoffsuperoxyd erzeugt wird, so lässt sich in Betracht der Verdampfbarkeit dieser Verbindung kaum daran zweifeln, dass hievon auch ein Theil in die Atmosphäre gelange, wie es für mich auch sehr wahrscheinlich ist, dass in Folge der in ihr fortwährend stattfindenden electrischen Entladungen wie einiger Sauerstoff ozonisirt, so auch Wasserstoffsuperoxyd gebildet wird. Ich habe mich desshalb schon seit Iahren bemühet in dem Regenwasser das besagte Superoxyd aufzufinden, ohne dass diess aber gelungen wäre, obwohl mir zu diesem Behufe sehr empfindliche Reagentien zu Gebote standen. Aus diesen negativen Ergebnissen schloss ich jedoch keineswegs auf die Abwesenheit von HO_2 in der atmosphärischen Luft, sondern erklärte mir dieselben aus der immer noch zu geringen Empfindlichkeit meiner Reagentien d. h. aus den äusserst kleinen Mengen des in der Atmosphäre vorhandenen Superoxydes.[1])

[1]) Schon im Jahre 1863 wurde durch G. Meissner in Göttingen die Anwesenheit des Wasserstoffsuperoxydes im frisch aufgefangenen Gewitterregenwasser durch verschiedene Reagentien nachgewiesen. Diese Thatsache war ohne Zweifel Schönbein nicht bekannt. Wie wenig dieselbe auch von andern Seiten berücksichtigt wurde, beweist der Umstand, dass im Jahre 1868 Houzeau der Pariser Akademie eine Abhandlung vorlegte um zu zeigen, dass mit den gewöhnlichen Reagentien das Wasserstoffsuperoxyd im Regenwasser nicht nachzuweisen sei. (Götting. Nachr. 1863. pag. 264. Comp. Rend. LXVI. 314.)

Ed. Hagenbach.

Nachdem ich die Guajaktinctur in Verbindung mit dem wässrigen Malzauszug als dasjenige HO_2-Reagens kennen gelernt hatte, welches alle bisherigen an Empfindlichkeit weit übertrifft, nahm ich meine früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand wieder auf und gelangte zu Ergebnissen, welche mich nicht im geringsten daran zweifeln lassen, dass das Wasserstoffsuperoxyd einen wohl nie fehlenden wenn auch äusserst kleinen Bestandtheil der atmosphärischen Luft bilde. Ist aber in Letzterer wirklich dieses Superoxyd enthalten, so muss es seiner Löslichkeit halber auch im Regenwasser sich vorfinden, und, wie aus den nachstehenden Angaben erhellen wird, ist diess in der That der Fall.

Am 21. Juni dieses Jahres (1868) entdeckte ich zum ersten Mal das Vorkommen von HO_2 im Regenwasser, an welchem Tage wir in Basel ein heftiges Gewitter hatten, verbunden mit einem starken Regenfalle. Ein halbes Liter des anfänglich fallenden und im Freien mit Sorgfalt gesammelten Wassers, durch Guajaktinctur etwas milchig gemacht, bläuete sich beim Zufügen wässrigen Malzauszuges ziemlich rasch auf das Augenfälligste, während selbstverständlich das destillirte Wasser diese so spezifische HO_2-Reaction nicht hervorbrachte. Es wurde derselbe Versuch mit andern Portionen des besagten Regenwassers gemacht und immer das gleiche Ergebniss erhalten.

Die zweite Versuchsreihe stellte ich am 5. Juli an, an welchem Tage ebenfalls ein reichlicher Regen bei gewitterhafter Beschaffenheit der Atmosphäre fiel, und auch in diesem Falle zeigte das aufgefangene Wasser die HO_2-Reactionen wieder in deutlichster Weise. Seither habe ich das Wasser jedes eintretenden Regens mit dem erwähnten Reagens geprüft und damit immer die augenfälligsten HO_2-Reactionen erhalten, wobei ich nicht unbe-

merkt lassen will, dass das später fallende Wasser schwächer als das zu Anfang des Regens gesammelte reagirte. Da nach meinen Erfahrungen selbst das noch so stark mit Wasser verdünnte HO_2 freiwillig sich zersetzt, so kann die Thatsache, dass frisch gefallenes Regenwasser, welches die HO_2-Reaction auf das augenfälligste zeigt, nach 24stündigem Stehen dieselbe nicht mehr hervorbringt, um so weniger auffallen, als die Menge des darin vorhandenen Superoxydes immer nur eine äusserst kleine ist.

Die Frage, ob die durch das Regenwasser verursachte Bläuung des Guajaks möglicher Weise nicht auch von etwas anderm als dem atmosphärischen Wasserstoffsuperoxyd herrühren könnte, beantworte ich ohne alles Bedenken im verneinenden Sinne und zwar aus folgenden einfachen Gründen. Destillirtes Wasser, mit winzigen Mengen von HO_2 versetzt, ahmt das fragliche Regenwasser in jeder Hinsicht vollkommen nach: die beiden Wasser verlieren durch Beimengung kleiner Mengen unorganischer und organischer das HO_2 katalysirender Materien (Platinmohr, Kohle, Hefe u. s. w.) beinahe augenblicklich ihre Fähigkeit unter der Mitwirkung des Malzauszuges das Guajak zu bläuen, wie auch erwähnter Maassen beide Wasser dieses Bläuungsvermögen von selbst einbüssen. Da nur durch das Wasserstoffsuperoxyd allein das destillirte Wasser dem Regenwasser in den erwähnten Beziehungen gleich gemacht werden kann, so darf man, wie ich glaube, hieraus mit voller Sicherheit schliessen, dass auch Letzteres seine positiven wie negativen Eigenschaften einem kleinen Gehalt von HO_2 verdanke. Ich halte es für wahrscheinlich, dass der Gehalt der Atmosphäre an HO_2 zu verschiedenen Zeiten ein verschiedener sei und bin geneigt zu vermuthen, dass der Hauptgrund einer solchen Veränderlichkeit in der Ungleichheit der Stärke der electrischen Entladungen liege, welche zu

verschiedenen Zeiten in der Luft Platz greifen; denn wenn auch ein Theil des atmosphärischen Wasserstoffsuperoxydes von den zahlreichen auf der Erdoberfläche stattfindenden langsamen Oxydationen herrühren kann, so verdankt doch höchst wahrscheinlich der grössere Theil desselben (gleich dem atm. Ozon) seine Entstehung den besagten electrischen Vorgängen, und da diese bald stärker bald schwächer sind, so muss bei der Richtigkeit meiner Vermuthung auch der Gehalt der Luft wie an Ozon so auch an HO_2 mit der wechselnden Stärke jener Entladungen gleichen Schritt halten.

Wie man leicht begreift, stützt sich die ausgesprochene Ansicht auf meine alte Annahme, dass der gewöhnliche oder neutrale Sauerstoff unter gegebenen Umständen in zwei thätige Gegensätze auseinander gehe, chemisch polarisirt werde, oder in Ozon und Antozon gleichsam sich spalte. Bekanntlich tritt bei der Volta'schen Zersetzung des Wassers an der positiven Electrode neben dem Ozon auch Wasserstoffsuperoxyd auf, wie das gleiche ebenfalls bei der langsamen Verbrennung des Phosphors geschiehet, und dass dieses Superoxyd bei der langsamen Oxydation vieler andern unorganischen und organischen Materien gebildet wird, haben meine neuern Mittheilungen zur Genüge dargethan. Ich bin desshalb schon längst der Ansicht, dass unter dem Einfluss electrischer Entladungen der neutrale Sauerstoff der Atmosphäre chemisch polarisirt werde, und das dabei auftretende Antozon (⊕) mit dem in der Luft vorhandenen Wasser zu Wasserstoffsuperoxyd (HO + ⊕) sich vereinige in der gleichen Weise wie das im Wölsendorfer Flussstoff vorhandene ⊕ direkt mit dem Wasser zu dem besagten Superoxyd sich verbinden lässt, während erfahrungsgemäss das Ozon (⊖) diese Verbindung nicht einzugehen vermag.

Wie dem aber auch immer sein möge, so ist das

gleichzeitige Vorkommen des Wasserstoffsuperoxydes und des Ozons in der atmosphärischen Luft eine Thatsache, welche mir eben so merkwürdig als wichtig zu sein scheint. Dass das atmosphärische Ozon seines eminent oxydirenden Vermögens halber wesentlich dazu beitrage die fortwährend in die Luft tretenden, aus der Fäulniss organischer Materien entspringenden Miasmen zu zerstören, ist eine schon längst von mir ausgesprochene Ansicht. Es lässt sich nun nicht daran zweifeln, dass auch das im Regenwasser enthaltene Wasserstoffsuperoxyd trotz seiner geringen Menge doch gewisse Wirkungen hervorbringe, und ist denkbar, dass dasselbe namentlich auf die Vegetation einen begünstigenden Einfluss ausübe. So viel steht jedenfalls fest, dass alle in der Atmosphäre unaufhörlich stattfindenden Vorgänge ein allgemeines Interesse haben, besonders dann, wenn sie sich auf den Sauerstoff und das Wasser beziehen, welche im irdischen Haushalte der Natur eine so weit umfassende und tiefgreifende Rolle spielen.

PHYSIK.

Notiz über die Luft im Wasser der Grellinger Leitung

von

Ed. Hagenbach.

Das Wasser der Grellinger Leitung zeigt die Eigenschaft gleich beim Ausfliessen aus dem Hahn zu perlen und eine ziemliche Menge von Luft zu entwickeln. Man kann sich sehr leicht davon überzeugen, dass diese Luft nicht mechanisch mitgerissen wurde, sondern vorher im Wasser gelöst war, wenn man die Ausflussöffnung unter Wasser taucht und so das Mitreissen von äusserer Luft unmöglich macht; auch unter diesen Umständen findet die Gasentwicklung auf ganz gleiche Weise statt. Die Luft wird wohl ohne Zweifel im Bassin auf dem Bruderholz hineingeschlürft, da sie sich nicht zeigt, wenn die Grellinger Leitung mit Ausschluss des Bassins direct mit der Stadt-Leitung in Verbindung gesetzt wird; die mitgerissene Luft löst sich dann in Folge des bedeutenden Druckes im Wasser auf; beim Ausfluss wird sie selbstverständlich durch die eintretende Druckverminderung wieder frei. Drei zu verschiedenen Zeiten ziemlich oberflächlich ausgeführte Versuche ergaben folgende Mengen von frei gewordener Luft in Volumentheilen der Flüssigkeitsmenge:

I. 0.035.
II. 0.024.
III. 0.028.

Da das übrig gebliebene Wasser jedenfalls noch mit Luft unter gewöhnlichem Drucke gesättigt blieb, und das Wasser bei einer Temperatur von circa 15° C. 0.018 Volumentheile atmosphärischer Luft löst, so enthielt das untersuchte Wasser etwa 5 Procent Volumentheile Luft, was einer Sättigung bei einem Druck von gegen drei Atmosphären entspricht. Da der Druck in der Leitung wohl immer mehr als 3 Atmosphären beträgt, so ist dadurch die Annahme der Lösung der Luft vollkommen gerechtfertigt.

METEOROLOGIE.

Bericht über einige Blitzschläge

von

Ed. Hagenbach.

Am 10. Mai 1868 schlug der Blitz in die Gottesackermauer auf dem Kannenfeld. Die nördliche Mauer, merkwürdiger Weise die einzige, die keine eisernen Staketen trägt, wurde an sechs Stellen, von welchen je zwei senkrecht über einander liegen, durchbohrt. An einigen Orten ging der Blitz direct unter den steinernen Deckeln durch und entfernte den Kitt. Auf der innern Seite ist die Anzahl der Löcher grösser, indem zuweilen einem Loch aussen zwei innen entsprechen; dafür ist auf der äussern Seite die Fuge zwischen Deckel und Mauer mehr zerstört. Auf der innern Seite der Mauer befand sich zu der Zeit des Schlages auf eine Länge von circa 64 Fuss ein 8 Fuss tiefer Graben; nur so weit der Graben ging, zeigten sich die Löcher in der Mauer. Es lässt diess der Vermuthung Raum, dass das Wasser, welches sich in Folge des Regens im Graben angesammelt hatte, bei der so eigenthümlich gerichteten Entladung eine Rolle spielte.

Am 21. Juni 1868 entlud sich der Blitz in ein kleines Gartenhäuschen (Cabinetchen) in dem Klybeckgarten bei Kleinhüningen. Im Häuschen befanden sich 4 Personen (1 Knecht und 3 Mägde), von welchen keine verletzt wurde; nur der Knecht verspürte eine vorübergehende Lähmung. Der Blitz traf die Spitze des metallenen Sterns auf dem Cabinetchen, und dieselbe zeigt deutliche Spuren der Schmelzung. Von hier theilte sich die Entladung und folgte beiderseits auf den Kanten des Daches dem Eisenblech, durchbohrte an zwei Stellen

das Dach und ging dann zu beiden Seiten längs den Kanten des Häuschens nach dem Boden. Auf der westlichen Seite diente zum Uebergang an den Boden ein grosser Nagel; auf der östlichen Seite wurden einige kleine Platten aus gebrannter Erde zerschlagen. Die Leitung auf der westlichen Seite war vermittelt durch die Brause einer Spritzkanne, welche Spuren von Schmelzung trägt. Auf der östlichen Seite wurde eine Leiste aus Tannenholz in viele Splitter auseinander getrieben. Der Schlag, welcher das Häuschen traf, war jedenfalls nur schwach; es ist möglich, dass sich der Blitz theilte, und dass die Hauptentladung durch den Blitzableiter des Wohngebäudes ging.

Den 10. Juli 1868 schlug der Blitz in das Haus des Seb. Knöchel in Kleinhüningen. Die Blitzwirkungen in der Küche boten einiges Interesse dar. Eine Anzahl metallene Gegenstände, wie Lichtstöcke, Messer, Pfannen, zeigten deutliche Spuren der Schmelzung. Der Blitz sprang offenbar von einem Gegenstande zum andern über, und die Stelle des Uebersprunges war jedes Mal durch eine locale Schmelzung gekennzeichnet.

Bei einem Blitzschlage, der am 11. August 1868 eine Eiche in der Nähe von Luzern an der Strasse nach Adligenschwyl traf, zeigte sich der auf den ersten Anblick etwas auffällige Umstand, dass die Bahn des Blitzes, welche durch herausgesprengte Spähne gekennzeichnet war, spiralförmig um den Baum herumlief. Die nähere Untersuchung ergab, dass die Spirale genau dem Verlauf der Fasern in dem Stamme entsprach, welcher, wie diess ja so häufig vorkommt, eine bedeutende Drehung hatte. Auch hier war also, wie diess gewöhnlich geschieht, dem Blitze der geringste Widerstand für die Wahl des Weges massgebend.

GEOLOGIE.

Ueber die Umgebungen des Crispalt

von

Prof. Alb. Müller.

(Sitzungen vom 18. Novbr. und 2. Dezbr. 1868.)

In meinen frühern Mittheilungen über die krystallinischen Gesteine des Maderaner-, Etzli- und Fellithales[1]) hatte ich den Schichtenbau und die Gesteinsbeschaffenheit der Umgebungen des Bristenstocks, Weitenalpstocks und Oberalpstocks geschildert, welche auf der rechten Seite des Reussthales dem grossen Centralmassiv des Finsteraarhorns und zwar dem östlichen Ende der nördlichen Flanke desselben angehören.

Diesen Sommer hatte ich Gelegenheit die südliche Flanke dieses östlichen Endes des Finsteraarhorn-Massivs zu untersuchen, besonders die Umgebungen des Crispalt mit den nach Süden gegen das Vorderrheinthal ausmündenden Seitenthälern, namentlich Val de Val, Val Giuf, Val Mila und Val Strim nebst den dem Oberalppass zunächst liegenden Vorhügeln.

1. Die Schichtenstellung.

Wie der Montblanc und der St. Gotthardt, so sollte auch, der gewöhnlichen Annahme zufolge, das Massiv des Finsteraarhorns, das gleichfalls vorherrschend aus granitischen und schiefrigen krystallinischen Gesteinen

---

[1]) Siehe diese Verhandlungen Band 4, Heft 2, Seite 355 und Heft 3, Seite 559.

besteht, dieselbe regelmässige Fächerstructur darbieten, in der Weise, dass wir auf der Nordflanke steil südfallenden, auf der Südseite nordfallenden, und in der Mitte nahezu vertikalen Schichten begegnen, und hiemit die Schichten von beiden Seiten her steil gegen das Centrum oder die Achse des Gebirges einfallen würden.

So regelmässig auch der Schichtenbau auf der Nordflanke, vom Maderanerthale aufwärts, ausgebildet erscheint, so wenig entspricht die Südflanke dieser regelmässigen Fächerstellung, die hier einen entschiedenen Nordfall voraussetzt.

Statt dessen finden wir, dass auch auf der Südflanke die Schichten beharrlich einen steilen, zwischen 75 und 85° schwankenden Südfall einhalten, und nirgends in die Gegenstellung umschlagen. Die oben genannten Thäler: Val, Giuf, Mila, Strim u. s. w., welche von der Crispaltkette nach Süden auslaufen und unsere Schichtenfächer quer durchschneiden, haben uns den Schichtenbau in anschaulicher Weise blosgelegt. Ueberall erblicken wir nur Südfall.

Eine einzige Ausnahme macht die linke oder östliche Thalseite des Val Mila, welche schon ziemlich weit oben, im Hintergrunde des Thales, deutlichen Nordfall unter einem Winkel von nahezu 70° darbietet, während die südliche Fortsetzung derselben Thalwand, dem Hintergrund des Thales zu, den gewöhnlichen steilen Südfall zeigt. An der Stelle, wo die Schichten von dem vorherrschenden Südfall in den Nordfall umschlagen, erblicken wir auf der Grathöhe eine merkliche Depression, welcher wahrscheinlich eine Spalte entspricht, von der aus eine Senkung des südlich fortsetzenden Gebirgstheiles nach dem Hauptthal, Tavetsch, wohl in Folge der Auswaschung desselben, stattgefunden hat. Durch diese spätere Senkung wurde der ursprüngliche steile Südfall in Nordfall um-

gewandelt. Wie in Val Mila, so zeigen auch in den andern Querthälern die beiden Thalseiten nicht überall dieselbe Neigung und Beschaffenheit der Schichten.

Verfolgen wir den Ausgang der genannten Thäler und Seitengräte, welche sich von der Hauptkette des Crispalt und Piz Giuf nach Süden, gegen das Vorderrheinthal, abzweigen, so sehen wir noch an manchen Stellen die südlichen Endstücke dieser seitlichen Ausläufer mit abweichenden, unter verschiedenen Winkeln gegen Nord geneigten Schichtenstellungen, die ohne Zweifel aus einer spätern, durch Erosion bewirkten Abrutschung gegen das Hauptthal hervorgegangen sind. Sie bilden dann mit den Schuttmassen mehr oder minder sanft abgerundete Vorhügel, welche, nahe der obern Waldgrenze liegend, mit schönen Waiden bedeckt und durch zahlreiche Gruppen von Sommerhütten belebt sind.

Aehnliche, aus denselben Abrutschungen hervorgegangene Schichtenstörungen, die leicht zu irrigen Ansichten über den Schichtenbau des ganzen Gebirges verleiten könnten, finden wir an der neuen Strasse über die Oberalp.

Auch der St. Gotthardt zeigt, meinen Untersuchungen zufolge, wenigstens auf der Nordseite, zwischen Ursern und dem Hospiz, nicht die regelmässige, nach dem Centrum zu immer steiler werdende Fächerstellung, die man nach manchen publicirten Idealprofilen erwarten sollte. Statt eines constanten Südfalles finden wir, wenigstens in der Nähe des Hospizes, ein öfteres Schwanken der Schichtenneigung, so dass die Schichten bald steil südlich, bald steil nach Norden einfallen, ohne dass irgendwie eine Regelmässigkeit dabei zu bemerken ist. Ueberdiess tritt auch an manchen Stellen, namentlich wo die gneissartigen Gesteine massiger, mehr granitartig werden, eine so deutliche horizontale Zerklüftung hinzu, dass man

kaum mehr recht die steile Fächerstellung erkennt. Im Grossen und Ganzen lässt sich jedoch auch am St. Gotthardt, wie am Crispalt, auf der Nordseite der vorherrschende steile Südfall (80—85°) des Schichtenfächers nicht verkennen.

Noch pflegen einige unserer hervorragendsten Geologen die ganze Fächerstellung dieses Centralmassivs nur einer regelmässigen, durch Seitendruck bewirkten, Zerklüftung oder Absonderung (Clivage) zuzuschreiben. Obgleich ich keinen Augenblick verkenne, welche grosse Rolle die Zerklüftung in unsern krystallinischen Gebirgen spielt und mit welcher Regelmässigkeit sie auf grossen Strecken auftritt, besonders in mehr massigen, gneiss- und granitartigen Gesteinen, so belehren uns doch die so häufig dazwischen eingelagerten dünnschiefrigen, nicht selten wellig gebogenen Gesteine, namentlich die Thon- und Glimmerschiefer, mit ihren den Schichtflächen parallel gelagerten Glimmerlamellen, dass wir es in unsern steil aufgerichteten Schichtenfächern mit wirklicher Schichtung und nicht mit einer Zerklüftung oder Schieferung (Clivage) zu thun haben. Auch bei mehr gneiss- und granitartigen Gesteinen erkennen wir noch die parallele Anordnung der Glimmerblättchen in der Richtung der fast vertikal aufgerichteten Schichten, während bei solchen, mehr massigen, Gesteinen dann im Gegentheil eine horizontale, also zur Neigung der wirklichen Schichten senkrechte Zerklüftung noch deutlicher als die eigentliche Schichtung sich bemerkbar macht.

In manchen Fällen mag es allerdings schwierig sein, Zerklüftung oder Absonderung von regelmässiger Schichtung zu unterscheiden. Ich habe desshalb auch auf meinen jüngsten Excursionen in den Umgebungen des Crispalt und des St. Gotthardt diesen Verhältnissen meine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und kann nicht umhin

meine schon früher im Reussthal, im Maderaner-, Etzli- und Fellithal gewonnenen Erfahrungen zu bestätigen, wonach diese steil aufgerichteten Schichtenfächer einer wirklichen Schichtung entsprechen.

Kehren wir zu den Umgebungen des Crispalt und des Piz Giuf zurück, deren mächtige Kette die Wasserscheide zwischen Reuss und Vorderrhein bildet.

2. Relief der Crispaltthäler.

Die schon vorhin genannten, von der Crispaltkette gegen Süden, gegen das Vorderrheinthal auslaufenden Seitenthäler: Val, Giuf, Mila und Strim bilden Einrisse in die von Südwest gegen Nordost laufende, vielfach zickzackförmig gebogene und zerrissene Kette, die sich nach Osten, jenseits des Strimthales in die Cavardiraskette fortsetzt. Die Länge der genannten Seitenthäler beträgt vom Hauptthal Tavetsch, einwärts bis zu ihrem südlichen Hintergrund, wo die schneeigten Gebirge der Crispaltkette ansteigen, nur wenige Stunden Marsches. Sie nimmt für die einzelnen Thäler fast regelmässig zu, je weiter wir nach Osten schreiten. Einen besonders tiefen Einschnitt bildet das Strimthal, dessen Hintergrund weit nach Norden bis an den Fuss des Oberalpstockes vordringt und hiedurch den Bau des Schichtenfächers in grossartiger Weise darlegt. Es mündet bei Sedrun ins Hauptthal. In seinem Hintergrunde führt ein rauher Pfad westlich über den Kreuzlipass (2350 Meter) durch das Etzlithal hinunter in das Maderanerthal, eine, auch von Touristen, häufig benützte Passage.

Die Passhöhen der Crispaltkette, die freilich meist nur von Hirten und Jägern überschritten werden, betragen 2300—2500 Meter, also mehr als die der meisten Alpenpässe, obgleich ihre Gipfel nur eine Höhe von 3000 bis 3100 Meter erreichen.

Im Hintergrunde der genannten Seitenthäler stossen

wir auf die vom Hauptgrat sich herabsenkenden Schneefelder, die aber keine erhebliche Ausdehnung gewinnen können. Daher senkt sich auch kein Gletscher in diese Thäler hinab, obgleich die Spuren der ehemaligen, wahrscheinlich der Glacialperiode angehörenden, Gletscher an den abgerundeten Felsen der Thalböden an manchen Stellen erkennbar sind.

Die Thalböden haben noch bei ihrem Austritt ins Hauptthal eine Meereshöhe von nahezu 2000 Metern und liegen bereits über der obern Waldgrenze, während der Boden des Hauptthales, im Tavetsch, bloss eine Höhe von 1300 bis 1500 Metern erreicht. Wir haben also hier dieselbe Erscheinung wie im Reussthal und in andern Hauptthälern, welche durch Erosion und Gletscherbewegung stark vertieft sind. Man muss eine hohe, steile Wand hinaufsteigen, um in die Seitenthäler zu gelangen, welche weniger tief ausgewaschen worden sind.

Eine Folge des Niveauunterschiedes zwischen dem Hauptthal und den Seitenthälern ist unter Anderm die Anhäufung von Schuttmassen, die sich aus diesen in jenes entleeren, wo irgendwie eine Erweiterung des Hauptthales es zulässt. Daher der prachtvolle regelmässige Schuttkegel, der sich in den Umgebungen von Sedrun am Ausgang des Mila- und Strimthales ausbreitet und der an seinem Aussenrand vom Vorderrhein scharf abgeschnitten wird.

3. Wirkung der Spaltung und Erosion.

Die den Schichtenfächer des Finsteraarhorn-Massivs in den Umgebungen des Crispalt quer durchschneidenden Seitenthäler Val, Giuf, Mila, Strim u. s. w. sind gewiss ebenso gut als das Hauptthal der Reuss, als das Etzli- und Fellithal grösstentheils ursprüngliche Spaltenthäler, die aber durch Erosion im langen Lauf der Zeit mächtig vertieft und erweitert worden sind. Eine ursprünglich

vielleicht ganz unbedeutende oder unmerkliche Spalte oder Einsenkung genügte, um die Richtung der atmosphärischen Gewässer zu bestimmen und das Werk der Erosion an einer gegebenen Stelle einzuleiten.

Wie im Jura und andern Gebirgen, so mussten auch in den Alpen bei den wiederholten Hebungen, so langsam sie auch vor sich gehen mochten, zahlreiche Spalten entstehen, welche dem Werk der Auswaschung die erste Handhabe darboten und vorzugsweise den Lauf der Gewässer bestimmten. Irgend eine Unebenheit oder Vertiefung muss zuerst da gewesen sein, welche das Wasser sammelt und in einer bestimmten Richtung weiter leitet, in der es seine erodirende Wirkung beginnen kann. Nun können solche Vertiefungen, welche die ersten Anfänge einer Auswaschung in bestimmten Richtungen einleiten, allerdings auch durch blosse Verwitterung entstehen, z. B. in einem Gebirge, welches aus harten und weichen, wenig oder leicht zersetzbaren Massen oder Schichten zusammengesetzt ist. Die weichern und löslichern werden zuerst zersetzt und ausgewaschen werden und an ihrer Stelle wird sich eine Vertiefung oder Rinne bilden, die nun der corrodirenden Wirkung strömender Gewässer freien Spielraum lässt. Man sollte demnach Thalbildungen vorzugsweise in der Richtung des Streichens der Schichten, wo harte und weiche Gesteine wechseln, erwarten. Es ist diess aber in der Regel nicht der Fall, am allerwenigsten in unserm Excursionsgebiet, wo Erosionsthäler in der Richtung der Schichten fast ganz fehlen, obgleich gerade die nahezu senkrechte Schichtenstellung den Zutritt der atmosphärischen Gewässer und hiemit die Auswaschung der zersetzbaren Gesteine sehr erleichtern würde. Wie wir bereits gesehen, sind die oben genannten Thäler alle Querthäler, welche den Schichtenfächer rechtwinklich durchschneiden, ganz wie es unzweifelhaften Spalten-

thälern zukommt. Wäre die Auswaschung dieser Querthäler ohne vorhergehende Spaltung erfolgt, so müsste man doch schon eine ganz bestimmte Richtung der herabströmenden Gewässer voraussetzen, um die Schichten, gleichviel hart oder weich, quer zu durchsägen, eine Richtung, die immer wieder, weiter oben im Thale, eine bereits bestehende Spaltung oder wenigstens Einsenkung voraussetzt. Wir werden daher zu dem Schlusse gedrängt, dass Spaltungen des Gebirges, die unzweifelhaft vorhanden sind, in der Regel den ersten Anstoss zur Auswaschung der Thäler in bestimmten Richtungen gegeben haben. Auch die verschiedene Neigung und Beschaffenheit der beiden Thalwände an correspondirenden Stellen weist auf verborgene Spalten und Senkungen hin.

4. Entstehung der Gräte und Gipfel.

Wir sind im Allgemeinen gewohnt, die Grat- oder Passhöhe oder die Wasserscheide, von der aus die Seitenthäler nach Süden und Norden sich abzweigen, in das Centrum des Schichtenfächers, welches der grössten Höhe entsprechen sollte, zu verlegen. Nun lehrt aber die Erfahrung, gerade beim Massiv des Finsteraarhorns, dass diese Regelmässigkeit nicht stattfindet, dass vielmehr die Passhöhe der Crispaltkette aus dem Centrum des Fächers heraus stark nach Süden verschoben erscheint, wie diess auch am St. Gotthardt und am Grimselpass der Fall ist. Ebenso liegen die höchsten Gipfel nicht immer in der Gratlinie, sondern erscheinen seitlich, bald nach Süden, bald nach Norden hinausgerückt und auf die Seitengräte gestellt. Das ganze Relief dieser Thäler, Gräte und Gipfel erscheint als das Werk ursprünglicher Zerspaltung und nachheriger Erosion, welche die Spalten vertieft und erweitert und, durch die bereits vorhandenen Vertiefungen begünstigt, neue Rinnen gegraben hat.

Die Grathöhe war vielleicht vor der Glacialperiode

weit mehr nach Norden, nahe dem Centrum des ursprünglichen Schichtenfächers gelegen, und wurde erst in Folge der Auswaschung und des Einsturzes der damals vorhandenen Gebirgstheile weiter nach Süden verrückt, wo die Erosion schwächer wirkte. Die heutigen Gipfel unserer Centralalpen haben erst in Folge der Erosion und Abbröckelung ihre jetzige imposante Höhe erreicht und ragten früher wenig oder gar nicht über ihre Umgebungen hervor. Nicht die höchsten, sondern die festesten, widerstandsfähigsten Parthien des Schichtenfächers, auch wenn sie ursprünglich eine tiefere Stellung einnahmen, wurden allmälig zu Gipfeln, während ihre ursprünglich höhern, aber weniger festen Umgebungen, in Folge der Verwitterung und Erosion abbröckelten und in die Tiefe geführt wurden. Aber auch die härtesten oder widerstandsfähigsten Gesteine, aus denen die Gipfel bestehen, werden allmälig verwittern und abbröckeln, wozu ihre exponirte Lage, frei von schützenden Umgebungen, Wind und Wetter preisgegeben, nicht wenig beitragen wird.

Nördlich von der Crispaltkette können wir in den hohen Gipfeln des Bristenstockes und des Oberalpstockes die Richtung einer zweiten Hauptkette erkennen, die sich gegen den Tödi fortsetzt, und demselben Schichtenfächer, wie die erstgenannte, angehört.

Den verehrlichen Mitgliedern der hiesigen Section des schweizerischen Alpenclubs, namentlich den Herren Rathsherrn Finninger, Meyer-Bischoff, Prof. Rütimeyer und Ed. Hoffmann, verdankt die geologische Sammlung unseres Museums eine Anzahl von Gesteinsproben, welche den höchsten Gipfeln unserer Centralalpen, insbesondere dem Massiv des Finsteraarhorns entnommen sind. Wie zu erwarten war, bestehen sie durchaus aus denselben Gesteinen, krystallinischen Schiefern, Gneissen und Graniten, die wir auch unten in den Thälern anstehend

finden. Es geht diess auch schon aus der fächerförmigen, fast senkrechten, Stellung der Schichten dieser Centralmassivs hervor, wonach wir von dem Gipfel abwärts bis ins Thal in der Richtung des Streichens der Schichten einer und derselben Schichtenfolge begegnen müssen. Nur ist denkbar, dass dieselbe Schicht unten im Thal, in Folge des allgemeinen metamorphischen Processes, den diese Gesteine durchgemacht haben, eine stärkere oder schwächere, überhaupt eine etwas andere Umwandlung erlitten hat, als einige 1000 Fuss höher, an der Stelle, die jetzt irgend einen Gipfel bildet. Solche Verschiedenheiten des Umwandlungsprocesses, nach Art und Grad, bei einer und derselben Schichtenfolge scheinen, meinen Beobachtungen zufolge, in der That nicht selten vorzukommen, sowohl in vertikaler Ausdehnung, als namentlich auch, wenn wir dieselbe Schichtenlinie in grösserer horizontaler Erstreckung durch mehrere Gräte und Querthäler hindurch weiter zu verfolgen suchen. Im Allgemeinen aber sind die Gipfelgesteine mit denen an den Thalwänden, wie schon a priori zu vermuthen war, durchaus übereinstimmend. Vorzugsweise sind es Quarzite, Gneisse und andere quarzreichen oder sonst schwer zersetzbaren Gesteine, die wir an den Gipfeln finden. Daneben stossen wir aber auch auf ziemlich weiche Schiefer, wie Thon- und Glimmerschiefer, die für sich wohl schnell abbröckeln würden, aber von den anliegenden härtern und festern Gesteinen zusammen gehalten werden. Manche ziemlich weiche Gesteine, wie Glimmerschiefer, Serpentine u. a., werden nur schwer von den Atmosphärilien zersetzt und können desshalb, auf höhern Standpunkten, wo sie nicht der Wirkung der strömenden Gewässer ausgesetzt sind, lange Widerstand leisten.

Wir würden uns in dem Chaos von Gräten und Gipfeln, Thälern und Schluchten geologisch kaum zu-

rechtfinden, wenn nicht durch das ganze Centralmassiv hindurch die Schichten einen so regelmässigen und constanten, von Nord nach Süd an Steilheit zunehmenden Südfall, der Fächerstellung entsprechend, darbieten würden und hiedurch die Zusammengehörigkeit dieser scheinbar chaotisch durcheinander liegenden Massen zu Einem wohlgeordneten Ganzen, zu Einem und demselben Gebirgssystem, deutlich hervorträte.

Nach der Aufrichtung der Schichten zu der jetzt noch vorhandenen regelmässigen Fächerstellung, haben in dem ganzen Centralgebirge keine irgendwie erheblichen Störungen oder Verwerfungen stattgefunden, sondern bloss schwache Spaltungen und Senkungen, welche den Schichtenbau wenig störten. Das wild zerrissene gigantische Relief, welches das Centralgebirge heutzutage darbietet, ist demnach, abgesehen von schwachen vorhergehenden Spaltungen, welche zuerst den Lauf der corrodirenden Gewässer bestimmten, lediglich das Werk der Verwitterung und Erosion. Es muss uns im Gegentheil in Verwunderung setzen, dass die gewaltige Auswaschung der Thäler in den Centralalpen nicht grössere Schichtenstörungen herbeigeführt hat und dass wir nur am Ausgang der Seitenthäler in das Hauptthal verhältnissmässig unbedeutenden Abrutschungen begegnen. Wir dürfen wohl diese Stabilität im Schichtenbau der Centralmassivs auf Rechnung der steilen Fächerstellung setzen. Im Plateaugebiet des K. Basel, wo wir einem fast horizontalen Schichtenbau begegnen, haben, wie ich in den vorhergehenden Heften nachgewiesen, in Folge der Auswaschungen der tiefern, thonigen, Schichten in den Thälern, sehr erhebliche Störungen und Abrutschungen grosser Gebirgsstücke stattgefunden, deren Schichten nun mehr oder minder steil geneigt erscheinen.

Eine Eigenthümlichkeit, welche die meisten unserer

centralen Gipfelgesteine darbieten, verdient, glaube ich, Erwähnung, nämlich die Ueberzüge von braunen, glasigen Schlacken, die offenbar Schmelzspuren des Blitzes sind.

5. Die Gesteine der Crispaltgruppe.

Wie zum Voraus zu erwarten war, zeigen die am Südabhang der Crispaltkette in den genannten Seitenthälern auftretenden Gesteine vielfache Uebereinstimmung mit denen der nördlichen Flanke. Beide Flanken gehören ja einem und demselben Schichtenfächer von vorherrschend schiefrigen krystallinischen Gesteinen an, die aus der chemischen Umwandlung ehemaliger sedimentärer Ablagerungen, Sandsteine, Mergelschiefer, Schieferthone und dergleichen, hervorgegangen sind. Statt einer ausführlichen Beschreibung kann ich auf meine frühern Mittheilungen (Bd. IV, Heft 2 und 3, dieser Verhandlungen) verweisen, worin die vorwaltenden Gesteine des Maderaner-, Etzli- und Fellithales bereits des Nähern characterisirt und zugleich zwei Durchschnitte, quer durch den Schichtenfächer, beigegeben sind.

In der That sind auch in den nach Süden von der Crispaltkette auslaufenden Thälern, wie auf der Nordseite, schiefrige und gneissartige Gesteine von unfertiger Ausbildung weitaus vorherrschend, während wahre Granite und Gneisse, wie sie dem Grundgebirge eigenthümlich sind, nur in vereinzelten Blöcken von unbekannter Herkunft, ohne Zweifel erratischen Ursprunges, besonders am Ausgang der Seitenthäler, zum Vorschein kommen.

Es wäre unmöglich und auch von keinem Interesse, die unzähligen Uebergangsstufen der unserm Schichtenfächer angehörenden Gesteine näher zu beschreiben. Schon ursprünglich den verschiedenartigsten, bald dünn, bald grob geschichteten, sedimentären Ablagerungen,

Sandsteinen, Kalksteinen, Mergelschiefern u. s. w. entstammend, bieten sie überdiess alle erdenklichen Grade chemischer Umwandlung dar, von wenig veränderten sandigen oder thonigen Schiefern oder Schichten bis zu den ausgebildetsten, dem Granit und Gneiss genäherten, krystallinischen Gesteinen. Durchmustern wir an den Thalwänden Schritt für Schritt den Schichtenfächer, so finden wir von Schicht zu Schicht, ja oft von Zoll zu Zoll, wiederum ein etwas anderes, bald schieferiges, bald mehr körniges oder massiges Gestein, und ähnliche Schichten kehren, im buntesten Wechsel mit andern, hundertmal wieder.

Es kann sich demnach blos darum handeln, einige besonders characteristische, diesen Thälern eigenthümliche und in grösserer Ausdehnung auftretende, Gesteine aus der grossen Mannigfaltigkeit derjenigen hervorzuheben, welche beiden Seiten des Schichtenfächers gemeinsam und daher in meinen frühern Mittheilungen bereits beschrieben worden sind. Wir werden dabei Veranlassung finden, manche früher mitgetheilte Beobachtung über die Art des Auftretens dieser Gesteine und über den Gang des metamorphischen Processes zu bestätigen, oder zu ergänzen und zu berichtigen. Je mehr Material vorliegt, je reichlicher die Uebergangsstufen sich darbieten, desto bessere Einsicht gewinnen wir in diese noch so wenig aufgeklärten Vorgänge. Auch der kleinste Beitrag in dieser Richtung wird daher willkommen sein.

Wollte man mit der bisher üblichen Terminologie die in der Crispaltgruppe auftretenden Gesteine bezeichnen, so müsste man von Thonschiefern, Talkschiefern, Chloritschiefern, Glimmerschiefern, Gneissen oder Graniten sprechen, obgleich die wahren Typen dieser Gesteine in unserm Schiefergebiet nur selten oder unter-

geordnet repräsentirt sind und die Benennungen daher sich nur auf eine äussere oder annähernde Aehnlichkeit mit jenen Typen stützen würden. Für die Mehrzahl der hier in Betracht kommenden Gesteine ist man um einen Namen verlegen, selbst in den Fällen, wo man ihre mineralogische Beschaffenheit genau kennt, und überdiess harrt noch das Meiste der genaueren mineralogischen und chemischen Untersuchung. Neue Namen sollten nur da gegeben werden, wo wir eine klare Einsicht gewonnen haben, wo es sich wirklich um etwas Neues handelt. In den übrigen Fällen möchte es gerathener sein, sich an bereits geläufige Namen und Vorstellungen anzuschliessen, um damit neue, aber bereits bekannten sich annähernde, Gesteine zu bezeichnen. Es lässt sich jeweilen leicht durch ein characteristisches, das Verständniss erleichterndes Beiwort, das Eigenthümliche des neuen Gesteines bezeichnen, wobei das Gedächtniss nicht durch einen neuen nichtssagenden Namen beschwert wird.

Alle die genannten Thäler am Südabhang der Crispaltkette, also das Val de Val, Val Giuf, Val Mila, Val Strim u. s. w. zeigen, wie das zu erwarten ist, grosse Uebereinstimmung ihrer Gesteine. Als Querthäler durchschneiden alle dieselben Schichtencomplexe. Die chemische Umwandlung wirkte aber nicht überall in derselben Weise, wesshalb dieselbe Schichtenlinie, wenn wir sie in ihrer horizontalen Erstreckung von West nach Ost durch die genannten Seitenthäler hindurch zu verfolgen suchen, ziemlich verschiedenartige Gesteine darbietet. Daher hat, bei aller Uebereinstimmung, jedes dieser Thäler wieder sein Eigenthümliches.

Vor Allem nehmen unsere Aufmerksamkeit in Anspruch die schneeweissen feinkörnigen Quarzitgesteine, die bald ganz dünnschiefrig, bald in dicken

Schichten abgelagert erscheinen, oder gar in mächtigen Blöcken auftreten, welche man von weitem für granitische halten könnte. Betrachtet man aber diese fast hausgrossen weissen Massen genauer, so sieht man, dass sie aus vielen feinern, merkwürdig gewundenen, weissen und grünen, Streifen oder Lagen bestehen, die ohne Zweifel ursprünglich dünnen wechselnden Schichten von Thon und Sand angehörten und erst später, in Folge des metamorphischen Processes, durch Infiltration von Feldspathsubstanz, von Quarz u. s. w. zu einer grossen Gesammtmasse vereinigt wurden. Der eingedrungene Quarz und Feldspath wirkte hiebei als Bindemittel. Die Thonschichten wurden, wie gewöhnlich bei diesem Umwandlungsprocess, in Glimmerlagen verwandelt. Die dazwischen gelagerten, an Masse vorherrschenden, Quarzsandschichten wurden von Lösungen durchdrungen, welche in den Zwischenräumen weisse Orthoklaskryställchen ausschieden und mit den bereits vorhandenen Quarzkörnern und noch hinzugetretenen Glimmerblättchen eine granitartige körnigkrystallinische Masse bildeten. Ebenso ist auch in kleinen Parthien Kalkspath eingedrungen. Obgleich grüne und weisse Lagen nun eine compakte Masse bilden, so lassen sie sich doch nach den grünen Glimmerstraten durch einen kräftigen Hammerschlag leicht von einander trennen. Die Biegung der Schichten scheint vor ihrer chemisch-krystallinischen Umwandlung erfolgt zu sein.

Die mikroscopische Untersuchung dieser metamorphischen Gesteine, die schon unter der Loupe viel Merkwürdiges darbieten, möchte noch manches Verborgene enthüllen, wie wir aus den schönen Arbeiten der Herren Sorby, Zirkel, Tschermak, Fischer etc. entnehmen können. So würde uns, nach den überraschenden Beobachtungen der Herren Fischer und Jentzsch,

das Vorkommen von mikroscopischen Organismen in unsern krystallinischen Schiefern nicht mehr befremden. Solche Untersuchungen müssen einer spätern Zeit vorbehalten bleiben.

Andere Quarzitschichten, sowohl dünnere, als stärkere, scheinen jetzt noch, wie in ihrem ursprünglichen sedimentären Zustand, nur aus lose übereinander gelagerten Ouarzkörnern zu bestehen. Manche sind äusserst feinkörnig und schneeweiss. Hie und da erblickt man mit der Loupe bereits ein kleines, an den ebenen, glänzenden Spaltflächen erkennbares, Orthoklaskörnchen. Auf den zahlreichen feinen Schichtflächen sind dünne Lamellen von hellgrünem schuppigem, oft fein gefaltetem, Talkglimmer zu sehen. Ohne Zweifel sind diese weissen Quarzitschiefer aus sehr feinkörnigen Sandsteinen hervorgegangen. Andere Schichten sind grobkörniger und können ihren Ursprung, auch wenn Glimmerblättchen beigemengt sind, nicht verläugnen. Wo aber mehr und mehr Feldspathsubstanz eingedrungen ist und in zahlreichen Kryställchen zwischen den Quarzkörnern und Glimmerblättchen sich ausgeschieden hat, da erscheinen die so umgewandelten Gesteine granitartig und lassen nur noch an den isolirten feinen Quarzkörnern ihren Ursprung erkennen.

Talkglimmer nenne ich den in diesen schieferigen Gesteinen so häufig auftretenden, blassgrünen oder grünlichgrauen, lebhaft perlmutterglänzenden, schuppigen Glimmer von *talkähnlichem* Aussehen, obwohl er nach meinen wiederholten früheren Untersuchungen und nach den Analysen des Herrn Prof. Goppelsröder *wenig oder keine* Talkerde enthält, sondern wesentlich ein kalk- und alkalihaltiges ziemlich eisenreiches Thonsilicat ist. Am Schlusse dieser Arbeit habe ich die Analysen des Hrn. Prof. Goppelsröder zusammengestellt. Vieles, was

in geologischen Sammlungen und Beschreibungen als Talk und Talkschiefer aufgeführt ist, so auch der s. g. Talk der meisten Talkgneisse und Talkgranite (Protogine) gehört hieher. Diese talkähnlichen, schuppigen Mineralien nähern sich in ihrer Zusammensetzung viel mehr den eigentlichen Glimmern, mit denen sie sonst auch manche Aehnlichkeit haben. Wenn ich demnach den Ausdruck Talkglimmer einem neuen Namen vorziehe, so geschieht diess, um an das talkähnliche Aussehen und an die glimmerartige Zusammensetzung zu erinnern und zugleich an eine allen Geologen so geläufige, obgleich eigentlich unrichtige, Benennung anzuknüpfen. Wahrscheinlich gehört Dr. Simmler's „Helvetan" gleichfalls in die Gruppe dieser talkähnlichen schuppigen Glimmer, die sich überdiess meist auch durch grössere Härte von dem eigentlichen Talk unterscheiden.

Die feine Faltung, welche die papierdünnen Glimmerlagen so häufig auf der Oberfläche zeigen, ist offenbar keine mechanische Wirkung, also nicht durch Seitendruck entstanden, sondern entspricht eher einem Aufquellen, durch Zufuhr neuer Substanz, in Folge des metamorphischen Processes, wie wir solches bei Umwandlungspseudomorphosen häufig beobachten.

Eigentliche Talkschiefer finden sich, wie auf der Nordseite, auch auf der Südseite unseres grossen Schichtenfächers, in den von der Crispaltkette nach Süden auslaufenden Seitenthälern, nur äusserst spärlich. Ich habe Talk- und Topfsteinschiefer erst im Hauptthal von Tavetsch selbst, in den von dem Centralgebirg abgerutschten Randstücken angetroffen, an der neuen Strasse, welche von Tschamutt, der obersten Ortschaft des Tavetsch, nach dem Oberalppass hinauf führt. Auch im Maderaner- und Etzlithal finden sich nur an wenigen

Stellen Einlagerungen von wahren Talk- und Topfsteinschiefern.

Talkglimmerschiefer, deren vorherrschender Bestandtheil der so eben beschriebene Talkglimmer ist, bald grau, bald grün oder weisslich, immer mit lebhaftem Perlmutterglanz und feinschuppig, daher talkähnlich, oft fein gefaltet, treten äusserst häufig in unserm Gebiet auf, in regellosem Wechsel mit quarzitischen und gneissähnlichen Gesteinen, während wahre Thon- und Glimmerschiefer, oder lauchgrüne schuppige Chloritschiefer diese scheinbar regellosen Schichtenfolgen seltener unterbrechen. Manche dieser glänzenden grauen Schiefer könnte man auch Thonschiefer nennen, obgleich sie von den typischen Gesteinen dieses Namens abweichen. Alle diese schuppig blättrigen Schiefer sind im Grunde nur mehr oder minder krystallinisch ausgebildete Glimmerschiefer, die aus der Umwandlung ehemaliger Schieferthone und Mergelschiefer hervorgegangen sind. Häufig erscheinen sie wellig gebogen. Manche haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den Sericitschiefern des Taunus.

Quarzitglimmerschiefer nenne ich diejenigen schieferigen Quarzite, die sich durch Glimmerreichthum auszeichnen. Die Glimmerblättchen stehen immer parallel den Schichtungsflächen und bilden bald zusammenhängende papierdünne Zwischenlagen, welche mit dünnen Lagen von feinen Quarzkörnern regelmässig wechsellagern, bald aber erscheinen sie auch gleichmässig durch die schieferige Quarzitmasse, jedoch stets in paralleler Stellung vertheilt. Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass jene dünnen Zwischenlagen von Glimmerlamellen aus der chemischen Umwandlung entsprechender thoniger Zwischenlagen der ehemaligen Sandsteinschiefer hervorgegangen sind.

Ebenso mögen die Glimmerblättchen, welche in andern Quarzitglimmerschiefern gleichmässig die ganze Quarzitmasse durchsetzen, gleichfalls aus der Umwandlung von Thonsubstanz hervorgegangen sind, welche in ähnlicher Weise, als Bindemittel, die Zwischenräume zwischen den Quarzkörnern der ehemaligen Sandsteine ausgefüllt hatte. Oft ist der Glimmer noch sehr feinschuppig, fast erdig, gleichsam im ersten Stadium der Umwandlung aus Thon begriffen.

Es bleibt nur noch die Frage, ob sowohl in diesen Glimmerschiefern, als in andern, durch Umwandlung entstandenen glimmerhaltigen Gesteinen, wie in den metamorphischen Gneissen und Graniten, aller Glimmer nur aus der Umwandlung bereits vorhandener Mineralien entstanden, oder ob nicht in manchen Fällen Glimmer in ähnlicher Weise, wie Quarz und Feldspath, direct aus Lösungen krystallinisch ausgeschieden worden ist. Das Auftreten von wohlgebildeten, zu Drusen gruppirten, Glimmerkrystallen in den Klüften granitischer Gesteine spricht für diese letztere Ansicht, obschon auch hier, wie die zahlreich vorkommenden Pseudomorphosen lehren, mancher Glimmer aus der Umwandlung anderer Mineralien scheint hervorgegangen zu sein. Nicht selten finden wir in diesen Schiefern zweierlei Glimmer, die sich schon durch die Farbe unterscheiden und die ohne Zweifel auch einen verschiedenartigen Ursprung haben.

Wo wir einer entschieden parallelen Anordnung der Glimmerblättchen begegnen, ist die Entstehung derselben durch chemische Umwandlung ähnlich geordneter Thonlagen sehr wahrscheinlich. Wo aber, wie in manchen granitischen Gesteinen, die Glimmerblättchen unregelmässig nach allen Richtungen eingestreut sind, so liegt der Gedanke nahe, dass sie gleich den eingedrungenen Orthoklaskrystallen durch Infiltration aus Lösungen,

welche die zur Glimmerbildung nöthigen Bestandtheile enthielten, eingeführt worden seien. Aber auch hier haben wir keine Gewissheit, weil auch da der Glimmer aus der Umwandlung eines bereits vorher im Gestein unregelmässig eingestreuten Minerales, z. B. der Hornblende, entstanden sein kann. In den s. g. Cordieritgraniten sehen wir den Glimmer, wie in einem ächten Granit, ganz regellos nach allen Richtungen eingestreut, und doch ist er, wie sich an zahlreichen Uebergangsstufen nachweisen lässt, unzweifelhaft aus dem Cordierit entstanden.

Der in den glimmerreichen Quarzitschiefern und Gneissen auftretende Glimmer erscheint nicht nur sehr regelmässig parallel der Schichtung gelagert, er lässt auch in dieser Schichtungsebene, da wo er in länglich gestreckten Blättchen oder feingefalteten Häutchen auftritt, noch einen weitern Parallelismus in der Längerichtung der Blättchen und Falten erkennen, der sehr constant bleibt. Ob diese Richtung zusammenfällt mit der Falllinie der Schichten im anstehenden Gebirge, also dem Gange der Schwerkraft folgt, oder ob sie an verschiedenen Stellen des Gebirgs eine andere wird, darüber müssen weitere Untersuchungen entscheiden. Diese feine Fältelung ist, wie bereits oben bemerkt, nicht mit der gröbern, durch Seitendruck bewirkten, Faltung der Schiefer zu verwechseln.

Chloritschiefer oder chloritische, mit Quarz und Feldspathkörnchen gemengte, Schiefer, feinschuppig, so leicht erkennbar an der lebhaft lauchgrünen Farbe, finden sich, wie auf der Nordseite, so auch auf der Südseite, hin und wieder in unsern Schichtenfächer eingelagert, nicht selten hart an gneissartige oder granitartige massige Gesteine anstossend. Der ansehnliche Wassergehalt, den sie bei der Erhitzung im Kolben

abgeben, lässt sie von grünen glimmerigen Schiefern unterscheiden. Wenn die Feldspath- oder Quarzkörnchen, die eingestreut sind, durch Anlagerung neuer Substanz, die von aussen her durch Infiltration eingeführt wurde, anschwellen, so entstehen knotige Schiefer, deren Gefüge namentlich auf den verwitterten Schichtungsflächen deutlich hervortritt.

Felsitschiefer, aus grauer, dichter, harter, feinsplittriger Masse, vielleicht aus verkieselten Kalkschiefern hervorgegangen, finden sich selten in unserm Gebiete.

Knotige Schiefer, von ähnlicher Entstehung, wie die so eben angeführten Chloritschiefer, aber aus gewöhnlichen Thon- und Talkglimmerschiefern hervorgegangen, meist von grauer Farbe, bisweilen auch fast weiss, finden sich überaus häufig und gleichen ganz denjenigen, die wir aus dem Maderaner- und Etzlithal kennen gelernt haben, wo sie noch verbreiteter sind. Die Knötchen erreichen einen Durchmesser von 1 bis 4 Millimetern und bestehen gewöhnlich aus einem einzigen, aussen abgerundeten, Feldspathkrystall, der offenbar erst durch Infiltration und Ausscheidung um einen bereits vorhandenen Kern entstanden ist und durch sein Wachsthum die umgebenden Glimmerlamellen zurückgedrängt und wellig gebogen hat. Bei andern Schiefern scheinen die Knötchen aus einem weissen feinkörnigen Gemenge von Quarz und Feldspath, von ähnlichem Ursprung, zu bestehen. Dagegen scheinen die Quarzknötchen grösstentheils sedimentären Quarzkörnern anzugehören. In allen diesen Schiefern finden sich nicht selten Eisenkieswürfel eingewachsen.

Augengneisse, oder diesen ähnliche Bildungen, entstehen, wenn die Feldspathkrystalle in den knotigen Schiefern zahlreicher werden, und an Grösse so zu-

nehmen, dass sie einen Durchmesser von 6 bis 8 und mehr Millimetern erreichen. Die Glimmerlamellen werden hiedurch noch mehr nach oben und unten, d. h. nach den Schichtflächen, wellenförmig zurückgebogen, und das Gestein zeigt dann in der That im Querbruch augenförmige Figuren. Diese ausgezeichnete Varietät findet sich seltener.

Ouarzitgneisse und gneissartige Quarzite schliessen sich nach ihrer Bildung und Beschaffenheit enge an die bereits beschriebenen Quarzitgesteine an. Augenscheinlich sind sie gleichfalls aus feinkörnigen Sandsteinen durch Aufnahme von Feldspath und Umwandlung des Thongehaltes zu Glimmer hervorgegangen. Erst treten die durch Infiltration eingeführten Feldspathkryställchen nur klein und vereinzelt zwischen den Quarzkörnern auf, in andern Schichten sind sie bereits zahlreicher und grösser geworden, und das Gestein gewinnt immer mehr ein gneissartiges krystallinisches Ansehen. Der Glimmer, erst sehr feinschuppig, fast erdig, der ersten Umwandlung der durch den Sandstein vertheilten Thonpartikelchen entsprechend, wird allmählig grossblättrig, wobei die parallele Anordnung der Glimmerblätter noch deutlicher hervortritt. Ich nenne diese Gesteine Quarzitgneisse, weil der feinkörnige Quarz oder vielmehr die feinen isolirten Quarzkörner, die oft nur schwach durch ein Cement verbunden sind und den ursprünglichen Sandsteinen angehörten, immer einen der characteristischen Hauptbestandtheile bilden. Durch einen kräftigen Hammerschlag zerstieben die Parthien des körnigen Quarzes wieder in die einzelnen Quarzkörner. Von einem ächten Gneiss sind diese gneissartigen Schiefer wohl zu unterscheiden. Bisweilen aber ist durch Infiltration von gelöster Kieselerde auch Quarzmasse in den umgewandelten Sandstein eingedrungen

und hat die Zwischenräume zwischen den Quarzkörnern ausgefüllt, wodurch ein fester feinkörniger Quarz oder Quarzit entsteht, dessen einzelne Körner sich nicht mehr so leicht unterscheiden und trennen lassen. Die körnige Structur wird durch die umhüllende Quarzsubstanz verwischt. Ueberdiess ist durch denselben Process auch Kieselsubstanz als Glasquarz in grössern Parthien hie und da ausgeschieden worden, wodurch das Gestein einem ächten Gneiss um so ähnlicher wird.

Gewisse körnige und dichte Quarzite möchten aus körnigen oder dichten Kalksteinen durch Silicification derselben entstanden sein. Es ist dies jedoch sicher nicht mit unsern körnigen Quarziten der Fall, deren lose gerundete Quarzkörner augenscheinlich ehemaligen Quarzsandsteinen angehört haben.

Wir haben Quarzitgneisse als dominirende Bildungen schon in den nördlichen Thälern, namentlich im Etzlithal, kennen gelernt. Nicht minder häufig treten sie hier in den südlichen Thälern auf, und bieten alle erdenklichen Uebergangsstufen von Quarzit- und Glimmerschiefern bis zu mehr und mehr gneiss- oder granitartigen Gesteinen dar. Jede Schicht besteht wieder aus einer andern Varietät.

Quarzitgranite oder granitartige Quarzite gehören ganz demselben Umwandlungsprocess an, wie die so eben beschriebenen Quarzitgneisse. Nur hat die Zahl und Grösse der infiltrirten Feldspathparthien oder Feldspathkrystalle so zugenommen, dass die ursprüngliche parallele Anordnung der Glimmer- und Quarzitlagen fast vollständig verwischt wurde. Beide wurden von dem wachsenden Feldspath bei Seite gedrängt und füllen nun in unregelmässigen Parthien die vom Feldspath gelassenen Zwischenräume. In den meisten Fällen sind auch noch hier, namentlich in der Lagerung der

Glimmerblättchen, die Spuren der ehemaligen Schichtung zu erkennen. Ist überdiess zu dem bereits vorhandenen körnigen Quarz, durch Infiltration, Glasquarz hinzugetreten und konnte sich dieser in grössern Parthien hie und da in den Zwischenräumen ausscheiden, so haben wir ein dem ächten Granit ähnliches Gestein, obgleich der feinkörnige Quarz immer noch auf einen metamorphischen Ursprung hinweist. Wie in den gneissartigen Varietäten, so ist auch in den granitartigen der Feldspath ein rein weisser, an seinen glatten glänzenden Spaltflächen in zwei auf einander senkrechten Richtungen leicht erkennbarer, Orthoklas. Nur hie und da, ausnahmsweise, sieht man mattere oder trübere Parthien eines zweiten Feldspathes beigemengt, welcher Oligoklas sein möchte. Die characteristische Zwillingsstreifung ist jedoch nur selten sichtbar. Dieser zweite Feldspath scheint zur Umwandlung weit eher geneigt zu sein, stellweise wird er trüber, matt grünlich-grau, weicher, specksteinartig, es siedeln sich talkähnliche, perlmutterglänzende Glimmerschüppchen an, die den Anfang zu einem hellgrünen feinschuppigen Glimmeraggregat bilden. Also eine neue Quelle der Glimmerbildung!

Wir hätten demnach in diesen gneiss- und granitartigen metamorphischen Gesteinen zweierlei Quarz, zweierlei Feldspath, und zweierlei oder dreierlei Glimmer, jede dieser Varietäten von verschiedenem Alter und Ursprung. Volger hat in seiner Entwicklungsgeschichte der Mineralien schöne Beobachtungen auf diesem Gebiete gemacht.

Weitere Mineralien werden in diesen granit- und gneissartigen metamorphischen Gesteinen eingewachsen nicht angetroffen, ausgenommen Eisenkies in deutlichen Würfeln, die aber häufig schon in Brauneisenstein umgewandelt sind.

Syenite und Diorite, welche so häufig, namentlich im Maderaner- und Etzlithal, gangförmige Einlagerungen zwischen den steil aufgerichteten krystallinischen Schiefern bilden, finden sich nur spärlich in den südlich von der Crispaltkette auslaufenden Seitenthälern, nur in einzelnen zerstreuten Blöcken am Ausgang dieser Thäler. In dem Tobel nördlich hinter Sedrun, beim Ausgang des Strimthales, auf der nördlichen Thalseite, habe ich jedoch, in der Höhe, grosse Massen anstehend gefunden. Bald sind es eigentliche Syenite, in denen Hornblende und Orthoklasfeldspath ein regelmässig grobkörniges Gemenge bilden. Bald scheidet sich der weisse Feldspath in unregelmässigen Parthien oder seltsam gewundenen körnigen Streifen aus, welche mit ähnlichen Streifen dunkelgrüner Hornblende wechseln. Es sind diess in grossen Massen und Blöcken auftretende Gesteine, welche mit den Dioriten und Syeniten des untern Maderanerthals grosse Aehnlichkeit haben. Neben Orthoklas scheint auch Oligoklas vorzukommen, wodurch dann dioritartige Syenite entstehen. Aechte Diorite mit mattem, splittrigem Oligoklas finden sich seltener. Dagegen begegnet man hin und wieder gneissartigen und schiefrigen Hornblendegesteinen, doch scheinen massige Syenite, von granitartiger Structur, zu überwiegen. Alle diese syenitähnlichen Hornblendegesteine enthalten, als sehr characteristischen, selten oder nie fehlenden Gemengtheil, kleine blassbraune Titanitkrystalle, in der bekannten Briefcouvertform. Obgleich bloss 1 bis 3 Millimeter an Durchmesser haltend, sind sie doch durch Glanz, Form und Farbe leicht zu erkennen. — Gewöhnlich schmiegen sich einzelne dunkelgrüne Glimmerblättchen den Hornblendenadeln an und nehmen oft so überhand, dass die Hornblende fast verdeckt wird. Wie ich schon in den vorhergehenden Arbeiten nach-

gewiesen, haben wir hier eine wirkliche, beginnende Umwandlung von Hornblende zu Glimmer vor uns, die wir Schritt für Schritt verfolgen können, bis alle Hornblende durch Glimmer ersetzt ist. So entstehen allmählig aus den ehemaligen Syeniten und Syenitgneissen Granite und Gneisse mit dunkelgrünem Glimmer, die wir von wirklichen Graniten kaum unterscheiden könnten, wenn nicht die bei der Umwandlung intact in der Gesteinsmasse gebliebenen kleinen Titanitkrystalle den ehemaligen Ursprung aus Hornblendegesteinen verriethen.

Nach ihrem ganzen Habitus und ihrer Lagerungsweise schliessen sich die schieferigen und gneissartigen Hornblendegesteine so enge an die vorherrschenden, durch Metamorphismus aus sedimentären Gesteinen hervorgegangenen krystallinischen Schiefer an, dass man unwillkürlich auf eine ähnliche Entstehungsweise schliessen muss. Bisweilen findet sich, neben der dunkelgrünen Hornblende und dem aus ihr entstandenen dunkelgrünen Glimmer, noch der für die metamorphischen Schiefer so characteristische feinschuppige, grünlichweisse Talkglimmer in grössern Flasern ausgeschieden. Ist die Hornblende ganz verschwunden und zu Glimmer geworden, so tritt die Uebereinstimmung mit den gewöhnlichen krystallinischen Schiefern noch mehr hervor.

Dagegen machen die massig auftretenden granitartigen Syenite und Diorite, obwohl sie regelmässige Einlagerungen zwischen den Schiefern im Streichen der Schichten bilden und sich in ihrer mineralogischen Zusammensetzung den gneissartigen Varietäten anschliessen, durchaus den Eindruck von eruptiven Gesteinen. Hiefür sprechen auch die scharfbegrenzten glimmerreichen Einschlüsse in den Graniten und Syeniten. Von den Syeniten und Dioriten bis zu den Dioritporphyren, Melaphyren, Trappen und Mandelsteinen von unzweifel-

haft vulkanischem Ursprung, finden sich so zahlreiche, unmerkliche Uebergänge, dass wir kaum umhin können, allen einen ähnlichen, eruptiven Ursprung zuzuschreiben. Freilich gibt es Fälle, wo der Entscheid schwer wird, wo wir diejenigen Geologen begreifen können, welche geneigt sind, wenigstens gewissen Dioriten und Melaphyren einen sedimentär-metamorphischen Ursprung zuzuschreiben. Die Zahl dieser Geologen ist eher im Zu-, als im Abnehmen begriffen. Würden wir in unseren alpinen Syeniten und Dioriten den für die metamorphischen Schiefer und Granite so characteristischen feinkörnigen Quarz finden, so könnten wir mit Recht auf einen ähnlichen sedimentären Ursprung schliessen. Er fehlt aber durchaus, ebenso wie irgend eine parallele Anordnung der Bestandtheile, ein Beweis mehr für die eruptive Natur jener Massengesteine.

Es möchte sich vielleicht noch mit der Zeit herausstellen, dass die Mehrzahl der massigen Granite mit dunkelgrünem Glimmer in unsern alpinen Centralmassivs aus der Umwandlung von Syeniten und Dioriten eruptiven Ursprungs hervorgegangen sind. In manchen Fällen scheint die Zersetzung der Hornblende das Material zur Bildung von Chlorit und Epidot geliefert zu haben.

6. Die Gesteine des St. Gotthardt.

Wie wir gesehen haben, bestätigen die auf der Südflanke des Finsteraarhorn-Massivs gemachten Beobachtungen über die Zusammensetzung und Entstehung der krystallinischen Schiefer unsere früher schon auf der Nordflanke gesammelten Erfahrungen. Der Gedanke lag nahe, auch die krystallinischen Gesteine des St. Gotthardt-Massivs einer Untersuchung zu unterwerfen, um den Gang des metamorphischen Processes in diesen beiden nicht zusammengehörigen Schichtenfächern ver-

gleichen zu können. Die Gesteine des St. Gotthardt sind zwar den Geologen längst bekannt und schon öfter beschrieben worden. Eine Vergleichung derselben, theils unter sich, theils mit denjenigen des anstossenden Finsteraarhorn-Massivs, nach den von mir aufgestellten Gesichtspunkten, ist aber, meines Wissens, bisher noch nicht versucht worden. Vorläufig habe ich erst die nördliche Seite, an der Route von Andermatt bis zum Hospiz, einer nähern Prüfung unterzogen. Wir finden hier denselben Wechsel von Thonschiefern, Glimmerschiefern, gneiss- und granitartigen Gesteinen, wie in den Umgebungen des Crispalt, nur ist die *krystallinische Umwandlung*, namentlich diejenige der granitartigen Gesteine, am St. Gotthardt noch *bedeutend weiter vorgeschritten*. Die Gesteine erscheinen reiner, glänzender, ihre Bestandtheile schöner und grösser ausgebildet. Beim Ansteigen von Hospenthal herrschen noch Thon- und Glimmerschiefer vor, mit Gängen von Glasquarz, dann stellen sich mehr und mehr gneissartige Gesteine ein, die in der Nähe des Hospizes massig, granitartig werden, obgleich auch hier noch eine parallele Anordnung der Glimmerblättchen zu erkennen ist. Der Schichtenfall wird durch das Auftreten der massigen Gesteine schwankend, bald steil nach Nord, bald steil nach Süd geneigt, oft durch starke horizontale Zerklüftung undeutlich, während sonst von Hospenthal an aufwärts bis in die Nähe des Hospizes der steile Südfall, 80 — 85°, fast ohne Unterbrechung anhält. Als wesentlicher Gemengtheil aller dieser gneiss- und granitartigen Gesteine tritt uns allenthalben der etwas röthlichgraue, sonst fast farblose und durchsichtige *körnige Quarz* entgegen, der eigentlich mehr oder minder parallel laufende Parthieen, Flasern oder Lagen von lose verbundenen *einzelnen Quarzkörnern* darstellt. Die Körner sind bedeu-

tend grösser als in den Crispaltgesteinen. Ist das Gestein schiefrig, so bilden die Quarzkörner regelmässige parallele Zwischenlagen, die auch in den dicker geschichteten mehr gneissartigen Bänken noch eine ziemlich parallele Anordnung einhalten. Die Entstehung aus Quarzsandsteinen, die noch alle ihre Quarzkörner beibehalten haben, lässt sich hier Schritt für Schritt verfolgen. Wo aber in Folge des metamorphischen Processes, durch Infiltration auf nassem Wege, Feldspathsubstanz in diese ehemaligen Sandsteine eingedrungen ist und sich in grössern Krystallen ausgeschieden hat, da wurde die parallele Anordnung der Sand- und Glimmerschichten, wie in den ähnlichen Crispaltgesteinen, gestört, die Glimmerlagen nach oben und unten ausgebogen und die Quarzkörnerschichten unterbrochen und zu unregelmässigen Parthieen seitlich zusammen gedrängt. In der Nähe des Hospizes erreichen die Feldspathkrystalle — es ist gewöhnlich ein schneeweisser Orthoklas — eine Grösse von 1 bis 2 Zoll, die ehemalige parallele Anordnung der Glimmerblättchen ist schwer mehr zu erkennen und das so umgewandelte Gestein gewinnt ganz ein granitartiges Ansehen. Bei oberflächlicher Betrachtung glaubt man einen porphyrartigen groben Granit vor sich zu sehen, aber der nie fehlende, so c h a r a c t e r i s t i s c h e , K ö r n e r q u a r z wird uns immer wieder die Abstammung des Gesteins aus einem Sandstein verrathen. Uebrigens ist die Parallelstructur selten ganz verwischt und zahllose Uebergänge leiten uns zu dem ursprünglichen sedimentären Gestein. Wo der Glimmer zusammenhängende Lagen bildet, da entstehen durch das starke Anwachsen der durch Infiltration ausgeschiedenen Feldspathkrystalle grobknotige schiefrige Gesteine oder s. g. Augengneisse. Wir haben also hier denselben Umwandlungsprocess vor uns, wie in den bereits beschriebenen ähnlichen Gesteinen

aus den Umgebungen des Crispalt, nur in noch weiterer krystallinischer Ausbildung. Die Glimmerblättchen sind bedeutend grösser, glätter, glänzender, öfters längsgestreckt, von dunkelbrauner bis schwarzer Farbe. Neben diesem dunkeln Glimmer können wir deutlich noch einen zweiten, grünlichweissen, sehr lebhaft perlmutterglänzenden Glimmèr unterscheiden, der in grössern, oft gebogenen Flasern von ausgezeichnet schuppiger Textur gruppirt ist und sehr wahrscheinlich in die Gruppe unserer s. g. Talkglimmer gehört. Früher hätte man ihn Talk genannt.

Quarzitgneisse und Quarzitgranite, von schwankender Schichtung und Zerklüftung, sind demnach die vorherrschenden Gesteine in den Umgebungen des St. Gotthardt-Hospizes. Dabei werden wir aber jeweilen wieder durch die dazwischen gelagerten, dünnen Schichten grüner und grauer, bisweilen wellig gebogener Schiefer an die wahre, fast ausschliesslich steil südfallende Schichtenstellung erinnert, wie sie der Fächerstructur zukommt. Am Südabhang herrscht, dieser Structur entsprechend, nach den veröffentlichten Profilen nördlicher Schichtenfall vor.

Wahre Granite und Gneisse, durch Glasquarz characterisirt und ohne körnigen Quarz, habe ich am St. Gotthardt, wenigstens auf der Nordseite, nirgends anstehend gesehen. Ebenso wenig sind mir Hornblendegesteine vorgekommen. Vielleicht finden sich solche ächt granitischen Massengesteine in den höhern Seitenthälern.

Dagegen enthalten die bereits beschriebenen Quarzitgneisse und Quarzitgranite hin und wieder ausser ihrem ursprünglichen sedimentären Körnerquarz oder feinen Quarzkörnern, noch kleine Parthieen von durchscheinendem glänzendem Glasquarz mit muscheligem Bruch, der

augenscheinlich, wie der Orthoklas, erst später auf nassem Wege durch Infiltration eingeführt und ausgeschieden worden ist. Es ist diess derselbe Glasquarz, der in Klüften und Spalten der schiefer- und gneissartigen Schichten Gangausfüllungen bildet oder wo der Raum es gestattete, in hübschen Drusen von Bergkrystall sich ausgebildet hat. Wir können oft dieselbe glasige, rauchgraue Quarzmasse, aus denen die Bergkrystalle in den Klüften bestehen, bis in das Innere des granitischen Gesteines hinein verfolgen und uns so überzeugen, dass beide, die Krystalldrusen in den Klüften und die glasigen Quarzparthieen im Innern des Gesteins, aus derselben Lösung sich ausgeschieden haben. Die in das Innere eingedrungene Quarzmasse umhüllt bisweilen die bereits vorhandenen feinen Quarzkörner der Art, dass diese weniger deutlich sich unterscheiden, und das Gestein dann einem ächten Gneiss oder Granit sehr ähnlich wird. Wir müssen also auch hier ähnliche Umwandlungsprocesse wie in den bereits beschriebenen Crispaltgesteinen voraussetzen. Nicht immer dringt die Mineralsubstanz, die sich als Druse in einer Kluft ausgeschieden hat, in das Innere des anliegenden Gesteines ein. Ist dieses dicht und fest, von Flüssigkeiten schwer durchdringbar, so fand blosse Anlagerung statt.

Das Centralmassiv des St. Gotthardt bildet demnach einen ähnlichen Schichtenfächer krystallinischer, mehr oder minder schieferiger oder gneissartiger Gesteine, sedimentären, wahrscheinlich eben so alten Ursprunges, wie das Massiv des Finsteraarhorns. Schon früher, in meinen Arbeiten über das Maderaner-, Etzli- und Fellithal, habe ich die Vermuthung ausgesprochen, dass dieses Schiefergebiet aus Ablagerungen der palaeozoischen, oder ältesten, Versteinerungen führenden Periode hervorgegangen und wahrscheinlich grösstentheils

devonischen Ursprunges sei, wofür auch die wenigen von mir im Etzli- und Maderanerthal aufgefundenen fossilen Reste sprechen. Die Einlagerungen von Anthraziten am Bristenstock und weiter oben im Etzlithal könnten auch für Ablagerungen der Steinkohlenformation sprechen, obgleich solche kohlenführenden Schichten auch in der Devonformation vorkommen. So lange entscheidende organische Reste fehlen, sind wir auf blosse Vermuthungen beschränkt.

Die krystallinischen Schiefer in den Umgebungen des St. Gotthardt und des Crispalt, welche den genannten grossen Centralmassivs angehören, scheinen, sowohl nach ihrer mineralogischen Beschaffenheit, als auch nach ihrer geologischen Stellung, nahe verwandt zu sein mit den „Phylliten“ der österreichischen Geologen und den Casannaschiefern von Prof. Theobald, welche der letztere in bedeutender Ausdehnung in den Graubündtner Alpen angetroffen hat. Natürlich können erst genauere Vergleichungen über die geologische Zusammengehörigkeit einzelner entlegener Schiefergebiete entscheiden. Prof. Theobald trennt, gleich mir, die eigentlichen Gneisse und Granite von jenen krystallinischen, oft gneissähnlichen Schiefern ab. Auch er nimmt die eruptive Entstehung mancher Granite an, und betrachtet den Gneiss, d. h. den wahren alten Gneiss, als das tiefste und älteste uns bekannte Grundgestein, das allenthalben die Basis des Centralgebirges bildet.

Quarzitgranite, Quarzitgneisse, Quarzitglimmerschiefer und ähnliche metamorphische Gesteine, die nach meinen bisherigen Untersuchungen eine Entstehung aus ehemaligen Sandsteinen vermuthen lassen, und die alle durch den ausgezeichneten feinkörnigen Quarz, als wesentlichen Bestandtheil, characterisirt sind, finden sich übrigens nicht nur in den Umgebungen des Gotthardt

und des Crispalt, sondern auch sehr häufig in den Umgebungen des Monte Rosa, in den Bündtner-Alpen und in den Berner- und Walliser-Alpen, welche die westliche Fortsetzung des Finsteraarhorn-Massivs, jenseits des Reussthales, bilden. Ich besitze aus diesen verschiedenen Centralketten eine Anzahl von Belegstücken, welche ich theils selbst gesammelt, theils von Freunden und Bekannten, namentlich von Mitgliedern des schweizerischen Alpenclubs, erhalten habe. Diese Stücke zeigen so viel Uebereinstimmung mit den von mir beschriebenen, dass wir auf eine ähnliche Entstehung schliessen dürfen.

7. Gang des metamorphischen Processes.

Schon oben wurde die Vermuthung ausgesprochen, dass manche unserer Granite aus Syeniten entstanden seien. Ueberhaupt dürfen wir nie ausser Acht lassen, dass die eruptiven ebenso gut, wie die sedimentären Gesteine, nach ihrer Erstarrung weitere Umwandlungen erlitten haben, und dass wir vielleicht keinen Granit, Syenit oder Porphyr in dem Zustand seiner ersten Bildung oder wie er aus der Tiefe heraufgedrungen ist, noch vor uns sehen. Beim Granit und Syenit können wir bereits eine Anzahl Umwandlungsstadien, namentlich solche, die zur Glimmerbildung geführt haben, mit Sicherheit nachweisen. Bei andern alten Eruptivgesteinen wird es uns auch gelingen.

Wenn wir bei den heutigen vulkanischen Eruptivgesteinen, so weit sie zu Tage liegen, keine solchen Umwandlungen, sondern nur die gewöhnlichen Resultate der Verwitterung durch die Atmosphärilien wahrnehmen, so dürfen wir von dem, was wir an der Oberfläche und in der kurzen Spanne der Gegenwart sehen oder nicht sehen, keinen Schluss auf die Vorgänge ziehen, die in der Tiefe und in frühern geologischen Zeitaltern Jahrtausende hindurch stattgefunden haben mögen.

Es ist kaum anders denkbar, als dass die krystallinischen Umwandlungen sowohl der alten Eruptivgesteine, als der alten Sedimentärformationen, nur in grosser Tiefe, bedeckt von mächtigen jüngern Bildungen, unter höherer Temperatur und höherem Druck, stattgefunden haben. Mit Recht hat man daher jene alten Eruptivgesteine wie Syenit, Granit, Gabbro u. s. w. als plutonische Gesteine bezeichnet. Ohne Zweifel sind die Gewässer durch die Gesteinspalten von der Oberfläche zu grossen Tiefen hinabgedrungen und haben unter höherm Druck und grösserer Erwärmung viele, sonst fast unlösliche, Bestandtheile aufgelöst und bei ihrer weitern Wanderung in benachbarten Gesteinen wieder abgesetzt. Häufig fand hiebei ein Austausch der Stoffe statt. Einzelne Bestandtheile wurden von den Gewässern fortgeführt und dagegen andere an ihrer Stelle ausgeschieden, wie wir in zahlreichen Fällen an den Umwandlungspseudomorphosen wahrnehmen. Derselbe Process, der den chemischen Bestand eines einzelnen Krystalles verändert und mit Beibehaltung seiner Form zu einer Pseudomorphose umgebildet hat, derselbe Process hat ganze Gebirgsmassen ergriffen und in den gleichartigen Bestandtheilen derselben eine ähnliche Umwandlung hervorgebracht.

Die Umwandlung der ehemaligen sedimentären Sandsteine zu gneiss- und granitartigen Gesteinen, durch Infiltration von Lösungen, welche Quarz-, Feldspath- und Glimmersubstanz krystallinisch ausgeschieden haben, eine Umwandlung, die wir sowohl auf der Nord-, als auf der Südseite unseres Centralmassives durch alle Zwischenstadien verfolgen können, gibt uns feste Anhaltspunkte sur Beurtheilung des metamorphischen Processes, dem diese ehemals rein sedimentären, nun vielfach veränderten, krystallinischen Gesteine unterworfen waren.

Wir sehen klar, dass die jetzt noch von manchen Geologen getheilte Ansicht, als ob die Umwandlung der ehemals sedimentären Kalk-, Sand- und Thonschiefer zu krystallinischen Gesteinen Folge einer blossen Erwärmung und langsamen Umkrystallisirung durch die innere Erdwärme oder durch heisse eruptive Massen aus der Tiefe sei, wenigstens hier in unserm Schiefergebiet nicht zutrifft, dass vielmehr ein Zufluss neuer Stoffe oder wie in den einzelnen Pseudomorphosen ein Austausch von Stoffen auf nassem Wege stattgefunden hat, wobei die Wärme nur untergeordnet, insofern sie die chemische Thätigkeit und die Löslichkeit der Stoffe erhöhte, mitwirkte. Wir dürfen nur die Analysen der noch nicht veränderten Kalk-, Sand- und Mergelschiefer mit denjenigen der aus ihrer Umwandlung hervorgegangenen glimmer- und feldspathreichen krystallinischen Schiefer vergleichen, um uns zu überzeugen, dass in der That ein Zufluss neuer Stoffe oder im Allgemeinen ein Austausch auf nassem Wege die Umwandlung bewirkt habe, wobei nicht einmal eine beträchtliche Temperaturerhöhung vorausgesetzt werden muss. In den meisten Fällen mochte eine Temperatur genügen, welche diejenige des siedenden Wassers unter mehrfachem Atmosphärendruck, wie sie grössern Tiefen zukommt, nur wenig übertraf, und in manchen Fällen mochte die durchschnittliche Temperatur unserer wärmern Mineralquellen hinreichen.

Wenn wir in den Absätzen unserer heutigen Mineralquellen an der Erdoberfläche noch keine Glimmer- und Feldspathkrystalle, und nur selten Quarzkrystalle gefunden haben, so ist diess kein Beweis gegen die Annahme solcher Ausscheidungen in den Tiefen der Erde, unter höherem Druck, höherer Temperatur und in frühern geologischen Perioden. Für die krystallinische Aus-

scheidung des Feldspathes, des Quarzes, des Glimmers in diesen metamorphischen Gesteinen, auf nassem Wege, aus wässerigen Lösungen, haben wir bereits so viele Beweismittel in den Händen, dass weitere, aus den Absätzen unserer heutigen Quellen entnommene, gar nicht mehr nöthig sind. Eine genauere mineralogische und chemische Untersuchung unserer Quellabsätze, in denen meistens verschiedenartige Stoffe durcheinander gemengt sind, kann noch manches Neue zu Tage fördern. Einstweilen wissen wir, dass nicht wenige Mineralquellen alle die Stoffe, wenn auch in minimen Quantitäten, aufgelöst enthalten, welche zur Quarz-, Glimmer- und Feldspathbildung nöthig sind.

Fragen wir, woher die mineralführenden Gewässer, welche die ehemals sedimentären Schichten durchzogen und durch Ausscheidung der genannten Mineralien die krystallinische Umbildung bewirkt haben, woher diese Gewässer die zu jenen Ausscheidungen nöthigen Stoffe genommen haben, so werden wir immer wieder, wie ich schon in meiner vorhergehenden Arbeit über das Maderanerthal angedeutet habe, auf die Zersetzung älterer, Feldspath führender, Gesteine hingewiesen, seien es nun solche, die selbst durch Umwandlung entstanden sind, oder solche, wie die eigentlichen Granite, Syenite, Diorite und ähnliche wahrscheinlich eruptive Gesteine, welche, aus den Tiefen der Erde stammend, die der Umwandlung ausgesetzten Schiefer gehoben und durchbrochen haben. Die Zersetzung und Auslaugung der nächst liegenden Eruptivgesteine hat also vorzugsweise die Stoffe geliefert, deren Infiltration in die benachbarten sedimentären Schiefer ihre krystallinische Metamorphose bewirkte. Diese in der Tiefe, unter der Bedeckung mächtiger Gebirgsmassen fortschreitende Zersetzung dürfen wir nicht mit den gleichfalls auf Zersetzung beruhenden,

aber an der Oberfläche vor sich gehenden Verwitterungsprocessen verwechseln, welche gleichfalls sämmtliche Gesteine, die metamorphischen, wie die eruptiven, auslaugen, aber andere Zersetzungsproducte erzeugen. Manche derselben mögen wieder durch Spalten in die Tiefe, in das Innere des Gebirges eindringen und hier neue Bildungen hervorrufen, die Hauptmasse aber wird durch die Gewässer auf der Oberfläche fortgeführt und in den Niederungen zu neuen Sedimentgesteinen abgelagert.

Ob in der Tiefe dieselben Zersetzungs- und Umwandlungsprocesse, welche die Metamorphose der zu Tage getretenen krystallinischen Schiefer bewirkt haben, noch fortdauern oder ob ihre Thätigkeit, einer früheren geologischen Periode angehörend, eine längst abgeschlossene ist, darüber lässt sich vor der Hand keine sichere Antwort geben. An der Oberfläche, dem Bereich der Flüssigkeiten, welche die krystallinische Umwandlung fortsetzen könnten, entrückt, scheint unser fächerförmig aufgerichtetes Schiefergebirg bloss den Einflüssen der Atmosphärilien, also der gewöhnlichen Verwitterung zu unterliegen. Also was aussen vor uns liegt, obgleich grösstentheils aus unfertigen, mitten im Umwandlungsprocess unterbrochenen Bildungen bestehend, ist gewissermassen abgeschlossen, vollendet, todt und geht dem Zerfall entgegen. In der Tiefe aber müssen durch die überall hindurch dringenden Gewässer noch eine Reihe von Zersetzungen, Lösungen und Umbildungen fortdauern, welche den metamorphischen Process, obgleich unter veränderten Verhältnissen, in anderer Weise, als früher, doch stetig fortsetzen. An einen Stillstand ist auch da nirgends zu denken. Schwankungen, Modificationen treten ein, aber die Umwandlung dauert fort. Alte Spalten werden geschlossen, neue geöffnet, welche Gewässern aus andern Gebirgstheilen, mit anderm Mi-

neralgehalt, den Zutritt eröffnen. Hebungen und Senkungen des Gebirges müssen demnach, als Folgen dieser chemischen Processe, noch immer fortdauern.

Sind auch die Vorgänge, welche die Ausbildung und Umwandlung unserer krystallinischen Centralgebirge bewirkt haben, noch grösstentheils in Dunkel gehüllt, so wird doch eine sorgfältige Untersuchung und Vergleichung der zu Tage getretenen Schichten und ihrer wechselnden Bestandtheile einiges Licht in dieses Dunkel werfen.

Der vielfache Wechsel thoniger und sandiger Schichten, aus deren Umwandlung unsere Schiefer und Gneisse hervorgegangen sind, lässt auf Ablagerung von süssen Gewässern in Meeresbuchten, in der Nähe von Flussmündungen schliessen, welche den Detritus der Gebirge in einem weiten Delta ablagerten. Der gänzliche Mangel an Meeresmuscheln, an sichtbaren Versteinerungen überhaupt, spricht für diese Ansicht. Der metamorphische Process war nicht der Art, um alle Spuren von Muscheln auszulöschen, wenn solche vorhanden gewesen wären. Abdrücke oder Steinkerne hätten sich in manchen Schichten wohl erhalten können. Die grauen und geschwärzten Schiefer jedoch verrathen noch Spuren organischer Substanz. Flussablagerungen setzen natürlich ein benachbartes Festland voraus.

8. Entstehung des Schichtenfächers.

Bei dem Mangel an organischen Resten ist es vor der Hand unmöglich, zu bestimmen, ob die mächtige, fächerförmig aufgerichtete Schichtenfolge des Finsteraarhorn-Massivs einer einzigen oder mehrern geologischen Formationen angehöre, ob nur silurische, oder nur devonische, oder ob silurische, devonische und carbonische Ablagerungen zusammen vorkommen. Wir haben in diesem grossen Centralmassiv nicht die regelmässige Fächerbildung, wie sie vom Montblanc dargestellt wird, mit

einem einzigen granitischen Centralkern, der die Schieferschichten mitten durchbrochen, aufgerichtet und bei weiterm Hervordringen fächerförmig zurückgebogen hat, so dass die Schichtenfolge auf der Südflanke derjenigen auf der Nordflanke entspricht. Im Gegentheil geht aus meinen bisherigen Beobachtungen, namentlich im Fellithal, hervor, dass mehrere grössere Granitmassen das steil aufgerichtete Schiefergebiet des Finsteraarhorn-Massivs durchbrochen haben, abgesehen von den syenitischen und dioritischen Einlagerungen, denen wir einen ähnlichen eruptiven Ursprung zuschreiben müssen. Die Schiefer wurden durch diese eruptiven Granitmassen nicht bloss durchbrochen, sondern gebogen und seitlich zusammengedrückt, so dass vielleicht unser Schichtenfächer einer Reihe zusammengedrückter Gewölbe entspricht, deren Schlussbögen gebrochen und durch Erosion entfernt wurden. In Folge dieser wiederholten gewölbartigen Faltung würden dann dieselben Schichtenfolgen, wenn wir den Fächer quer durchschneiden, mehrmals wiederkehren, etwa in der Weise, wie sich uns das durch die Kreideschichten gezogene Profil der Sentisgruppe darstellt. (S. B. Studer „Geologie der Schweiz", Bd. 2, S. 193.) Oefters schon versuchte ich, eine dieser Faltung entsprechende, regelmässige Wiederholung ähnlicher Schichtencomplexe, in unserm Centralmassiv aufzufinden, aber es wollte mir nicht gelingen. Nicht einmal die wiederholten Einlagerungen von Kohlenschiefern im Etzlithal lassen sich in dieser Weise befriedigend deuten, noch weniger die sonst gleichfalls durch ihre Farbe und Structur characteristischen chloritischen Schiefer, am wenigsten die übrigen krystallinischen Gesteine, die in unzähligen Abänderungen im regellosesten Wechsel sich wiederholen.

Wir haben nichtsdestoweniger allen Grund, in unserm

Schichtenfächer eine wiederholte Gewölbfaltung derselben Schichtenfolge zu vermuthen. Wenn es uns noch nicht gelungen ist, einen und denselben Schichtencomplex in seinen Windungen durch die Falten A, B, C, D u. s. w. zu verfolgen, so müssen wir berücksichtigen, dass dieselbe Schicht an verschiedenen Stellen des Gebirges eine verschiedenartige chemische Umwandlung erlitten haben kann, hier zu einem Thonschiefer, dort zu einem Glimmerschiefer, Talk- oder Chloritschiefer geworden ist. Selbst in unveränderten Sedimentärgebirgen keilen sich nicht selten die Schichten aus, oder wird eine hier kalkige Schicht in grösserer Entfernung thonig oder sandig, obschon sie der Zeit nach einer und derselben Ablagerung angehört. Nähmen wir an, dass jede Schicht in dem ungeheuren Schichtenfächer des Finsteraarhorn-Massivs einer besondern Ablagerung angehöre, also von verschiedenem Alter sei, so würden wir eine Schichtenfolge von 3 bis 4 Stunden, also etwa 60,000 Fuss Mächtigkeit erhalten, wie sie in einem sonst so gleichartigen Schiefergebirg nicht gerade wahrscheinlich ist. Man gibt zwar für die silurischen und devonischen Schichten in England und Nordamerika an verschiedenen Stellen eine ähnliche ungeheure Mächtigkeit an, kommt aber immer mehr von der Ansicht zurück, darin eine regelmässige Altersfolge älterer und jüngerer Ablagerungen zu erblicken. Gewöhnlich sind auch dort die Schichten steil aufgerichtet. In unsern Alpen, ja schon im Jura, haben wir so häufig Gelegenheit, die wiederholte Gewölbefaltung mit sehr steilem, parallel gestelltem Schichtenfall, mit Sicherheit zu erkennen, dass wir auch in unsern krystallinischen Centralgebirgen, wo die organischen Reste bisher so viel wie gar nicht gefunden worden sind, einen ähnlichen Gewölbebau voraussetzen dürfen, der die jetzige Fächerstellung der Schichten am genügendsten erklären

würde. Dass diese Fächerstellung einer wirklichen Schichtung und nicht einer blossen, durch Seitendruck bewirkten, regelmässigen Zerklüftung (Clivage) entspricht, dafür glaube ich, schon in meinem beschränkten Excursionsgebiet, namentlich in dem Wechsel ganz dünner mit dickern Schichten, zahlreiche Beweise gefunden zu haben.

Obgleich der wahre eruptive Granit nur an wenigen Orten in unserm Schiefergebiet zum Durchbruch gekommen ist, so können wir doch nicht umhin, gestützt auf anderweitige in den Alpen und andern krystallinischen Gebirgen gesammelte Erfahrungen, den Granit und sein Hervordrängen aus der Tiefe, gleichviel ob im festen, oder halbflüssigen Zustand, als die hebende Ursache zu betrachten, eine Ansicht, die auch mit den vielfältigen von Prof. Theobald in den Bündner Alpen gemachten Beobachtungen übereinstimmt. Es lässt sich sogar annehmen, dass der Granit das bereits in einer frühern Periode steil gestellte Schiefergebirge erst in einer spätern Zeit zu der jetzigen grossen Höhe empor gehoben hat. Ebenso werden die Syenite, Diorite, Gabbros und anderen alten Eruptivgesteine an diesen Hebungen Theil genommen haben.

Wiederholt wurde in den vorstehenden Mittheilungen, sowie in meinen frühern Arbeiten über die krystallinischen Centralgebirge unserer Alpen, auf die vielfältigen Umwandlungsprocesse hingewiesen, welche sowohl jene alten Eruptivgesteine, als namentlich auch die aus sedimentären Ablagerungen hervorgegangenen krystallinischen Schiefer erlitten haben. Es konnte im Einzelnen nachgewiesen werden, wie diese Umwandlungen grösstentheils durch Zufuhr neuer Stoffe, welche auf nassem Wege in die für Flüssigkeiten durchdringbaren Gesteine eingeführt wurden, zu Stande kamen, wie die neu hinzugekommenen Stoffe, insbesondere der Feldspath, durch

krystallinisches Wachsthum sich ausdehnten und die bereits vorhandenen Mineralien bei Seite drängten, und wie durch dieses innere Wachsthum, das an unzähligen Stellen sich vollzog, ganze Schichten oder Schichtencomplexe ausgedehnt wurden. Wir werden daher kaum umhin können, dem metamorphischen Process, welcher das langsame Aufquellen ganzer Gebirge zur Folge hatte, einen hauptsächlichen Antheil an der Hebung unserer Centralalpen beizumessen. Ja es liegt der Gedanke nahe, dass der aus der Tiefe hervordrängende, hebende Granit, seine bewegende Gewalt selbst nur solchen metamorphisch-krystallinischen Processen verdanke.

Vergleichen wir die krystallinischen Centralgebirge der Alpen mit den entsprechenden Gesteinen im Schwarzwald, Odenwald, den Vogesen u. s. w., so werden wir uns immer mehr überzeugen, dass trotz mannigfaltigen Modificationen, hier wie dort, wesentlich dieselben Umwandlungsprocesse stattgefunden haben.

9. Die Mineralien der Crispaltgruppe.

Versteinerungen oder auch nur Spuren organischer Reste konnte ich in dem ganzen, diesen Sommer durchwanderten, Schiefergebiet nirgends entdecken. Dagegen fehlt es nicht an hübsch krystallisirten Mineralien verschiedener Art, obgleich wir sie hier nicht in der Schönheit und Mannigfaltigkeit, wie auf der Nordseite, im Maderaner- und Etzlithal, finden. Am häufigsten ist Bergkrystall, namentlich Rauchtopas, mit den vielartigen, merkwürdigen Krystallflächen. Chlorit ist gleichfalls sehr verbreitet. Schon etwas seltener findet man in deutlichen Krystalldrusen Adular, Epidot und Glimmer. Auch Kalkspath zeigt sich hin und wieder. Eisenglanz auf Kluftflächen von weissem feinkörnigem Gneissquarzit habe ich im Strim- und Giufthale, kleine Krystalle von Bleiglanz und Kupferkies mit Spuren von Malachit im Giufthale

gefunden, die beiden letztern in Glasquarz eingewachsen, in kleinen Gängen des grauen Talkglimmerschiefers. Die Eisenglanze stehen aber an Grösse und Schönheit weit hinter den so bekannten prachtvollen Krystallen vom benachbarten Caveradi, jenseits des Vorderrheins, zurück. Ausserdem werden in dem reichhaltigen Werke von Prof. Kenngott über „die Minerale der Schweiz" noch folgende Arten aus diesen Thälern genannt: Kalkspath, Flussspath, Anhydrit, Apatit, Desmin (Stilbit), Heulandit, Laumontit, Byssolith, Rutil, Titanit. Brookit und Anatas werden sich wohl auch vorfinden, so gut wie auf der nördlichen Seite. Eisenkies kommt, wie bereits oben bemerkt, ungemein häufig in diesen Schiefern und gneissartigen Gesteinen eingewachsen vor, meistens in der einfachen Würfelform und in Umwandlung zu Brauneisenstein. Ich betrachte diese Eisenkieswürfel als die letzten Spuren der Wirkung organischer Substanzen in unserm Schiefergebiet. Ausser dem Eisenkies finden sich alle genannten Mineralien, wo sie in deutlichen Krystallen und zu Drusen gruppirt auftreten, in Klüften ausgeschieden.

Es unterliegt für mich keinem Zweifel mehr, dass diese in Klüften auskrystallisirten Mineralien demselben Zersetzungs- und Auslaugungsprocess entstammen, der die ältern krystallinischen Gesteine ergriffen und die jüngern, durch Infiltration dieser Auslaugungsproducte, zu krystallinischen umgewandelt hat.

Wir können uns schon in einzelnen Handstücken überzeugen, dass derselbe Quarz und derselbe Orthoklas, welche als Hauptbestandtheile unsere metamorphischen Gesteine durchsetzen, in ununterbrochenem Zusammenhang stehen mit den Bergkrystallen und Adularen, welche in den Klüften sich zu freien Drusen ausbilden konnten. Dieselbe Lösung hat dort, mitten in der Masse des Ge-

steines, Quarz und Orthoklas in unregelmässigen Partlieen oder undeutlichen Formen, hier, in freien Räumen, wo nichts der Krystallbildung entgegentrat, Bergkrystall und Adular in wohlgebildeten Krystallen ausgeschieden. Adular und Orthoklas sind daher ein und dasselbe Mineral, gehören ein und derselben Masse an, so gut als Bergkrystall und Glasquarz. Ist der Bergkrystall bräunlich oder schwärzlich (Var. Rauchtopas), so ist es der im benachbarten Gestein ausgeschiedene Glasquarz gleichfalls, ist jener farblos, so ist dieser es auch. Der hie und da mit vorkommende weisse, an der feinen Zwillingsstreifung erkennbare, triklinische Feldspath der gneiss- und granitartigen Gesteine möchte mit den in den Klüften in deutlichen Zwillingskrystallen ausgeschiedenen Albit identisch sein. Ebenso verhält es sich mit Chlorit, Glimmer und andern Mineralien, welche einerseits Hauptbestandtheile der umgewandelten Gneisse und Schiefer, andrerseits wohlkrystallisirte Gruppen oder Drusen in den Klüften bilden. Wie überall, so zeigen auch in unserm Schiefergebiet die in der Gesteinsmasse eingewachsenen Krystalle einen andern Habitus, oder etwas andere, obgleich auf dieselbe Grundgestalt zurückführbare Krystallformen, als die im freien Raume ausgebildeten desselben Minerals. Quarz, Orthoklas, Titanit sind bekannte Beispiele für dieses verschiedenartige Auftreten. Alle diejenigen Mineralien, welche Erzeugnisse des metamorphischen Infiltrationsprocesses sind — und es sind ihrer nicht wenige — werden mithin ebenso gut eingewachsen, als aufgewachsen vorkommen können. Es ist jedoch nicht zu läugnen, dass einige, wie Amianth, Brookit, Anatas etc., vorzugsweise aufgewachsen, andere, wie Eisenkies, häufiger eingewachsen vorkommen. Es ist noch zu bemerken, dass der in der Masse des Gesteins ausgeschie-

dene Orthoklas, obgleich nicht scharf begrenzt, fast immer in deutlichen Zwillingskrystallen auftritt, während der in den Klüften ausgeschiedene Adular meist nur in einfachen Krystallen von der bekannten Form (o. P. ∞ P. P ∞) vorkommt. Wie im Maderanerthal, so sind auch in den südlichen Thälern die Krystalle des Adulars, des Bergkrystalles, Titanites u. s. w. mit Chloritwürmchen bestreut. Als grosse Seltenheit in den Schweizeralpen findet sich in den Umgebungen des Tavetsch Barytspath und zwar in der gewöhnlichen Form von rectangulären Tafeln, welche durch die vorherrschende Basis und durch das gewöhnliche Brachy- und Makrodoma gebildet sind.

Es ergibt sich aus dem Vorhergehenden, dass die in den Klüften in deutlichen Krystallen ausgebildeten Mineralien nicht als Ausscheidungen aus dem nächst anliegenden Nebengestein zu betrachten sind, sondern dass sie, gleich den in der Masse des Nebengesteins ausgeschiedenen ähnlichen Mineralien, in gelöster Form durch Spalten und Klüfte aus der Ferne herbeigeführt und umgekehrt von den Kluftflächen aus in das Nebengestein eingedrungen sind. War dieses fest und undurchdringlich, so erfolgte eine blosse Anlagerung der auf den Kluftwänden ausgeschiedenen Krystallgruppen, ähnlich wie in den Erzgängen. Den Stoff selbst für diese krystallinischen Ausscheidungen entnahmen die das Gebirge durchziehenden Gewässer ferner liegenden, in Zersetzung begriffenen Gebirgstheilen. In ihrem weitern Verlauf durch das Gestein wurde ein Theil der bereits in Lösung getretenen Stoffe ausgeschieden und Neues aufgenommen, das erst später zum Absatz kam, wobei ein fortwährender Austausch von Stoffen stattfinden musste.

In Klüften treten die einzelnen Mineralien nur schöner und deutlicher auseinander, während sie sich in der

Masse des Gesteines selbst gegenseitig in ihrer Ausbildung hinderten. Aber auch hier, mitten im Gestein, findet dasselbe Kommen und Gehen, derselbe Wechsel der Stoffe statt, wie in den Klüften bei den gut ausgebildeten Krystallen. Bereits vorhandene Bestandtheile werden fortgeführt, neue treten an ihre Stelle, aus dem alten Mineral ist ein anderes, neues geworden. Unsere metamorphischen Schiefer, Gneisse und Granite bestehen nicht aus einem regellosen, zufällig gemischten Aggregat mehrer Mineralien, nein, sie bilden ein kunstvolles Gewebe, das nach ganz bestimmten Gesetzen Form und Mischung ändert. Das ursprüngliche oder relativ ältere Gestein bildet den Zettel (die Kette), die neu hinzutretenden Stoffe liefern den Einschlag. So wird allmählig aus einem Sandstein oder Mergelschiefer ein Gneiss oder Glimmerschiefer, wie wir oben gesehen haben.

Die schönsten Krystalle finden sich bekanntlich in den entlegensten, unzugänglichsten Höhen unseres Centralgebirges. Es ist kein Grund, warum sie nicht ebenso gut unten im Thal, an den Gehängen, und in den heruntergefallenen Blöcken vorkommen sollten. Ohne Zweifel waren sie hier unten eben so reichlich vorhanden, haben aber, den Blicken und Händen leicht zugänglich, längst ihren Liebhaber gefunden. Daher begegnet man so vielen zertrümmerten Drusen von Bergkrystall und andern Mineralien.

Es ist hier wohl der rechte Ort der in diesem Spätjahr (1868) am Tiefengletscher, unweit des Galenstockes, also gleichfalls im Gebiet des Finsteraarhorn-Massivs, entdeckten Krystallhöhle zu gedenken, welche bereits eine Menge wahrhaft riesiger, fast schwarzer Bergkrystalle (Var. Morion oder dunkler Rauchtopas) geliefert hat, wovon mehrere 2—3′ Höhe, 1′ Durchmesser und 2—3 Centner an Gewicht besitzen. Die schönsten Stücke sind

in das Museum in Bern, andere nach Genf gewandert, viele befinden sich noch in Privatbesitz. Leider ist der Preis (Fr. 8—12 per Pfd.) ein so hoher, dass die Acquisition eines der grössern Krystalle bereits eine beträchtliche Summe in Anspruch nimmt. Wir verdanken der Liberalität des Herrn Rathsherrn L. Finninger vorläufig ein stattliches Bruchstück eines dieser riesigen Krystalle, das noch einen Theil der Endflächen trägt. Das Stück hat, obgleich blosses Bruchstück, noch einen besondern Werth dadurch erhalten, dass es die sonst so selten erkennbaren Spaltflächen nach den Flächen des Grundhromboeders R in ungewöhnlicher Vollkommenheit darbietet, und überdies durch feine Spalten im Innern sehr schöne Regenbogenfarben zeigt. Die Farbe ist so dunkel, dass die Krystalle vollkommen undurchsichtig sind und dass erst etwas dünnere Splitter farblos und durchsichtig werden. Unter dem Mikroskop erblicken wir eine homogene farblose Masse mit einzelnen undeutlichen Kryställchen. Von organischen Gebilden keine Spur. Bekanntlich verschwindet bei allen diesen dunkelgefärbten Bergkrystallen durch Erwärmung die Farbe bald und für immer und zwar lange bevor sie bis zur Rothgluth erhitzt werden. Ohne Zweifel ist irgend eine bituminöse Substanz an der Färbung Schuld. Die ungemeine Grösse dieser schwarzen Bergkrystalle, welche natürlich desselben Ursprunges sind, wie die oben beschriebenen Mineralien, setzt, nach unsern bisherigen Erfahrungen zu urtheilen, eine undenklich lange Bildungszeit voraus, die man nur nach Jahrtausenden schätzen kann und die zugleich ein Licht wirft auf die ausserordentlich langsamen und lange dauernden Vorgänge, welche die krystallinische Umwandlung unserer Centralgebirge bewirkten.[1])

[1]) Wir haben nun Aussicht, durch die gef. Vermittlung des Herrn Altgrossrath F. Bürky in Bern, dem das dortige Museum die Elite

Ueber die Mineralien des Maderanerthales und der Umgebungen des Crispalt besitzen wir bereits eine Anzahl trefflicher Monographieen und Mittheilungen von Seiten der Herren Wiser, Kenngott, G. vom Rath, Scharff, Hessenberg u. A., besonders auch genaue krystallographische Beschreibungen, dass es genügt, auf diese, jedem Mineralogen bekannten Arbeiten zu verweisen. Das Schönste und Seltenste aus diesen Thälern findet sich unstreitig in der herrlichen Sammlung meines werthen Freundes, Herrn Dr. D. F. Wiser in Zürich, vereinigt.

10. Analyse des Talkglimmers.

Zum Schluss folgt noch die Analyse a. eines blassgrünlichen, schuppigen Talkglimmers von einem groben Gneiss aus dem Fellithal. Herr Prof. F. Göppelsröder hatte die Güte, die Analyse auszuführen.

Obgleich der anhängende Quarz und Feldspath mit thunlichster Sorgfalt entfernt wurde, so war es doch nicht möglich, diese Mineralien ganz abzutrennen. Der Kieselerdegehalt wird daher etwas zu hoch ausgefallen sein. Von diesem abgesehen wird aber das Gesammtresultat der Analyse der Constitution des untersuchten Glimmers entsprechen. Dieser blassgrünliche, feinschuppige, in grössern Flasern gruppirte talkähnliche Glimmer ist durchaus ähnlich dem s. g. Talk, welcher die meisten Talkgranite (Protogine) und Talkgneisse unserer Centralalpen characterisirt, und kann daher als Repräsentant aller dieser angeblichen Talke betrachtet werden, die sich übrigens schon durch grössere Härte und anderes Aussehen von dem wahren Talk unterscheiden.

Zugleich füge ich die schon in meiner letzten Arbeit (Bd. 4, Heft 3) veröffentlichten Analysen b. und c. zweier Talkglimmerschiefer oder s. g. Talkschiefer aus dem

---

dieser Riesenkrystalle verdankt, ein stattliches centnerschweres Exemplar auf dem Wege der Subscription für unser Museum zu erwerben.

Etzlithal bei, die ich gleichfalls der Güte des Herrn Prof. Goppelsröder verdanke, ferner d. die von Herrn Dr. Simmler veröffentlichte Analyse seines Helvetans, der offenbar, trotz abweichender Zusammensetzung, in die Gruppe unserer Talkglimmer gehört:

	a.	b.	c.	d.	e.
Kieselerde	65,28	67,86	39,85	67,07	50,00
Thonerde	22,09	9,75	24,79	13,05	23,65
Eisenoxyd	4,87	7,65	19,74	Fluor.	1,22
Manganoxyd	1,21	—	—	Titansäure	1,59
Eisenoxydul	—	—	—	4,43	8,07
Kalkerde	3,53	3,41	13,08	2,38	0,63
Talkerde	0,59	3,08	0,62	2,18	0,93
Kali } Natron }	2,41	6,09	—	7,37	9,11
				1,69	1,75
Wasser	—	2,16	4,04	1,85	3,44
	99,98	100,00	102,12	100,02	100,39

a. gibt die Analyse des getrockneten Minerals, das bis 130° C erwärmt, 0,18% Wasser abgab. Der Ueberschuss in der Analyse c. rührt vielleicht zum Theil daher, dass alles Eisen als Oxyd berechnet wurde.

Die Analysen a., b. und d. zeigen namentlich im Kieselerdegehalt eine ziemliche Uebereinstimmung, so gut man sie bei solchen in Umwandlung begriffenen Glimmern erwarten darf.

Jedenfalls geht aus sämmtlichen Analysen so viel hervor, dass der Talkerdegehalt ein sehr geringer ist und daher diese bloss talkähnlichen Glimmer nicht als Talk, sondern besser mit dem Namen Talkglimmer zu bezeichnen sind. Auch mit einigen Sericit-Varietäten des Taunus zeigen unsere Talkglimmer, besonders die feinfaltigen und faserigen, Achnlichkeit. Unter e. habe ich das Ergebniss der Analyse des Sericites von Dr. List beigefügt.

Résumé.

Aus den vorstehenden Mittheilungen über die Umgebungen des Crispalt und die in diesen Gebirgen erkennbaren Umwandlungsprocesse ergibt sich folgendes Résumé:

1. Die Crispaltkette mit den sowohl nördlich, als südlich abzweigenden Seitenthälern bildet einen kleinen Theil des grossen Schichtenfächers von krystallinischen Schiefergesteinen, aus denen das Centralmassiv des Finsteraarhorns zusammengesetzt ist.

2. Entsprechend der fächerförmigen Schichtenstellung dieses Centralmassivs finden wir auf der Nordseite, vom Maderanerthal an aufwärts bis zur Passhöhe, steiles südliches Einfallen, das allmählig von 50 bis auf 75° sich steigert; und auf der Südseite in den nach dem Vorderrheinthal auslaufenden Thälern ein noch steileres südliches Einfallen, das bis auf 85° wächst, aber nirgends in ein Nordfallen umschlägt, wie es der regelmässigen symetrischen Fächerstellung entsprechen würde.

3. Nur ganz am südlichen Ende des Fächers, im Hauptthal von Tavetsch, finden sich von der Hauptmasse des Gebirges in Folge der Erosion losgelöste Randstücke, welche Vorhügel bilden und einen abweichenden, vielfach wechselnden, Schichtenfall zeigen.

4. Die von der Giuf-Crispaltkette gebildete Passhöhe, mit Uebergängen von 2400—2600 M. und Gipfeln von 3000—3100 M. Meereshöhe, erscheint nicht in der Mitte des Fächers, sondern, gleich den Passhöhen der Grimsel, des St. Gotthardt u. a., weit nach Süden hinausgerückt.

5. Die jetzigen höchsten Gipfel unseres Centralgebirges entsprechen nicht den ehemaligen höchsten Stellen in der Mitte des Schichtenfächers, sondern denjenigen Theilen desselben, welche der Verwitterung den stärksten Widerstand leisteten.

6. Die Gipfel bestehen aus denselben Gesteinen,

welche unten in den anliegenden Thälern zu Tage treten. Häufig zeigen sie die Schmelzspuren des Blitzes.

7. Die Entstehung der Thäler, Gräte und Gipfel ist grossentheils das Werk der Verwitterung und Erosion, welcher bei der Bildung der Querthäler wohl immer Spaltungen oder kleine Unebenheiten des Terrains vorangegangen sind, die den Lauf der corrodirenden Gewässer bestimmten. Die Thalstufen in den Seitenthälern bestehen aus Gesteinen, welche der Erosion stärkern Widerstand, als die andern Stellen, leisteten.

8. Der fächerförmige Schichtenbau entspricht wirklicher Schichtung. Daneben machen sich Klüfte in verschiedenen Richtungen bemerkbar. Bei den massigen Gesteinen tritt eine zur steilen Fächerstellung unter rechtem Winkel geneigte, annähernd horizontale, Zerklüftung hervor.

9. Die Gesteine, welche in den von der Giuf-Crispaltkette nach Süden auslaufenden Seitenthälern zu Tage treten, zeigen, bei manchen Eigenthümlichkeiten, ähnliche Beschaffenheit, wie die der Nordseite. Sie bestehen aus regellos wechselnden krystallinischen Schiefern und gneissartigen Gesteinen sedimentären Ursprungs, welche die verschiedensten Arten und Grade chemisch-krystallinischer Umwandlung darbieten. Im Allgemeinen herrschen, auf der Süd- wie auf der Nordflanke, Gesteine von unfertiger krystallinischer Ausbildung vor.

10. Dagegen finden wir in den Gesteinen des St. Gotthardt-Massivs, bei einem ähnlichen fächerförmigen Schichtenbau von vielfach wechselnden schieferigen und gneissartigen Gesteinen, eine viel weiter fortgeschrittene krystallinische Umwandlung.

11. In beiden Centralmassivs herrschen gneissartige Gesteine vor, die alle durch das Vorwiegen von feinkörnigem Quarz oder Quarzit characterisirt sind, und die man desshalb Quarzitgneisse nennen kann.

12. Die Quarzitgneisse sind entstanden aus Sandsteinen, welche in Folge des chemischen Umwandlungsprocesses durch Infiltration von Lösungen Quarz-, Feldspath- und Glimmersubstanz aufgenommen haben. Auf ähnliche Weise entstanden auch Quarzitgranite.

13. Der feinkörnige Quarz der gneiss- und granitartigen Gesteine des Crispalt- und St. Gotthardt-Gebietes ist als der Rest der Quarzkörner zu betrachten, welche die Masse der ehemaligen sedimentären Sandsteine zusammensetzten.

14. Durch allmähliges Anwachsen der infiltrirten Feldspathsubstanz zu grössern Krystallen in den umgewandelten Sandsteinen oder in andern ursprünglich sedimentären Schichten wurde ein Aufquellen der Schichten und hiedurch eine Hebung des Gebirges bewirkt.

15. Der gleichfalls durch Infiltration eingeführte Glasquarz verräth keine solche die umgebenden Mineralien auseinander treibende Krystallisationskraft, wie der Feldspath, und lässt sich leicht von dem ursprünglichen körnigen Quarz unterscheiden.

16. Der Glimmer ging aus der chemischen Umwandlung der bereits in den sedimentären Schichten vorhandenen Thonlagen oder Thonpartikelchen hervor, wahrscheinlich durch Zutritt von alkalischen Lösungen, oft auch aus der Umwandlung bereits vorhandener krystallinischer Bestandtheile, z. B. von Feldspath, Hornblende u. s. w. Vielleicht erfolgte auch directe Glimmerbildung.

17. Die metamorphischen Granite, Gneisse und Schiefer lassen häufig zweierlei Glimmer erkennen, die von verschiedener Form und Farbe und wohl auch verschiedenen Ursprunges sind.

18. Ebenso enthalten diese Gesteine neben dem vorherrschenden Orthoklas bisweilen noch einen zweiten.

an dem mattern Glanz und an der Zwillingsstreifung erkennbaren triklinischen Feldspath, wahrscheinlich Albit oder Oligoklas. Dieser zweite Feldspath wandelt sich gerne zu Glimmer um.

19. Der Orthoklas, als wesentlicher Bestandtheil der Gesteinmasse, und der in den Klüften auskrystallisirte Adular sind ein und dasselbe Mineral, und aus derselben Lösung ausgeschieden worden. Ebenso gehören Glasquarz und Bergkrystall zusammen.

20. Wahre Talkschiefer oder, statt Glimmer, Talk führende krystallinische Gesteine finden sich selten, dagegen sehr häufig solche mit einem schuppigen talkähnlichen Mineral als Hauptbestandtheil, das wenig oder gar keine Talkerde enthält und in der Zusammensetzung sich mehr gewissen Glimmervarietäten nähert. Dieser feinschuppige talkähnliche Glimmer mag vorläufig Talkglimmer genannt werden.

21. Wahre Granite, eruptiven Ursprungs, ohne feinkörnigen Quarz, jedoch mit Glasquarz, und wahre dem Urgneiss der ältesten Formationen entsprechende Gneisse finden sich weder am Crispalt noch am St. Gotthardt in den von mir besuchten Thälern anstehend, sondern kommen bloss in vereinzelten Blöcken erratischen Ursprungs zum Vorschein.

22. Syenite, Diorite und andere Hornblendegesteine bilden, wie auf der Nordseite, auch am südlichen Rand der Crispaltgruppe eine im Streichen der Schichten fortlaufende Zone. Als characteristischer Gemengtheil erscheint brauner Titanit.

23. Die Hornblende dieser Gesteine zeigt ein grosses Bestreben zur Umwandlung in grünen Glimmer. Oft ist nur noch kleiner Rest von Hornblende zu erkennen. So entstehen glimmerführende Gesteine, welche von wahren Graniten oder Gneissen kaum mehr zu unterscheiden sind.

24. Die Umwandlungen, welche sowohl die ursprünglich eruptiven, als die sedimentären Gesteine erlitten haben, sowie die Ausscheidungen von krystallisirten Mineralien in den Klüften, sind auf nassem Wege durch Zufuhr und Austausch von Stoffen erfolgt. Eine durch blosse Erwärmung bewirkte Umkrystallisirung genügt nicht, um den Umwandlungsprocess in unserm Schiefergebiet zu erklären.

Ueber einige erratische Blöcke im Kanton Basel

von

Prof. Alb. Müller.

Schon vor mehr als 20 Jahren habe ich an verschiedenen Stellen in den Umgebungen von Langenbruck granitische Blöcke alpinen Ursprunges aufgefunden. Einer der stattlichsten Blöcke, ein Granit, findet sich im Bach hinter den Häusern des Schönthal-Gutes, der schon eine Anzahl Jahre früher von Herrn Rathsherrn P. Merian bemerkt und erwähnt worden war. Einen kleinen Serpentinblock fand ich im Jahre 1848 oberhalb des Dürstels, in beträchtlicher Höhe über der Thalsohle, am südlichen Abhang. Herr Dr. Bider hatte die Güte mir im letzten Spätjahr mehrere granitische Blöcke in der Nähe von Langenbruck zu zeigen, die meiner Aufmerksamkeit entgangen waren, so einen grossen Block nahe südlich vom Dorf am Bache, und mehrere ansehnliche Blöcke bei der Bachthalen, nahe westlich bei Langenbruck, theils im Thalgrund, theils auf der Passhöhe gegen Mümmliswyl.

Kleine Trümmer chloritischer und granitischer Gesteine fand ich am Nordabhang des Wiesenberges, auf

der Hohen Stelle und an andern Punkten der nördlichen Vorketten des Jura, in beträchtlicher Höhe über dem angrenzenden Plateaugebiet des Kantons Basel.

Diese wenigen Fundstellen beweisen hinlänglich, dass die Gletscher nicht nur die höchsten Pässe des Basler Jura überstiegen, sondern sich noch auf der Nordseite desselben ausgebreitet haben.

Auf allen Höhen unseres Plateaugebietes, auch auf den höchsten, z. B. in den Umgebungen der Sissacher Fluh, finden sich kopfgrosse Rollsteine von körnigen Quarziten oder granitischen Felsarten, die ich bisher vom Schwarzwald ableitete und die jedenfalls als glaciale Ablagerungen zu betrachten sind.

Eigentliche erratische Blöcke, unzweifelhaft alpinen Ursprungs, sind mir aber im Plauteaugebiet des Kantons Basel noch nicht vorgekommen, und doch war, nach der Auffindung alpiner Blöcke in beträchtlicher Höhe über unsern höchsten Jurapässen, zu erwarten, dass sich alpin-glaciale Ablagerungen auch über das Plateaugebiet verbreitet haben sollten. So findet sich z. B. eine ansehnliche Ablagerung von diluvialen Geröllen bei Rüneburg, jedoch ohne Blöcke. Wenn auch das auf diesen zerstückelten Plateau-Höhen abgelagerte erratische Material im Verlaufe der Zeit grösstentheils in die Tiefe geführt wurde, so sollte doch hie und da ein Block diesem Schicksal entgangen sein.

Dieser Tage wurde mir von Frau Burckhardt-Vischer hier eine Anzahl Versteinerungen und Felsarten zur Bestimmung übergeben, welche beim Graben einer Brunnleitung auf ihrem Landgute, Schloss Wildenstein, mitten im Plateaugebiet des Kantons Basel gelegen, von Herrn F. Rödiger, Brunnentechniker, gefunden worden waren oder sonst in der Nähe zum Vorschein kamen.

Ausser den gewöhnlichen Gesteinen und Petrefacten

des Cornbrash und Oxfordkalkes fanden sich auch einige granitische Gesteine dabei, unzweifelhaft erratischen, wahrscheinlich alpinen Ursprunges, worunter folgende:

1. Ein gneissartiger, theilweise in Chlorit umgewandelter, hellgrüner, faserig-blättriger Strahlsteinschiefer. Kugeliger Block von 5 Pfd.

2. Grobkörniger weisser Granit mit einzelnen Parthien von feinschuppigem schwärzlichgrünem Glimmer, unzweifelhaft alpin. Block von 10—12 Pfd.

3. Granulitähnliches, aber granatfreies, metamorphisches Gestein, bestehend aus einem Gemeng von gröbern grauen Quarzkörnern und von mattem, dichtem, feinsplittrigem Feldspath, vielleicht Oligoklas, von grünlichweisser Farbe, gewissen alpinen Gesteinen sehr ähnlich. Block von $2^1/_2$ — 3 Ctr.

4. Ziemlich feinkörniger weisser oder grauer Granit mit zahlreichen schwarzen Glimmerblättchen, der ebenso gut aus dem Schwarzwald, als aus den Alpen stammen könnte. Block von 2—$2^1/_2$ Ctr.

Ohne Zweifel werden mit der Zeit noch manche ähnliche erratische Blöcke alpinen Ursprungs im Plateaugebiet des K. Basel bei Grabarbeiten zum Vorschein kommen, oder wenn man überhaupt sorgfältiger darnach forscht, als es bisher geschehen ist. Viele der grössern Blöcke haben wahrscheinlich schon in frühern Jahren Verwendung gefunden und die kleinern liegen meistens unter Schutt und Vegetation begraben.

Fassen wir die aufgeführten Vorkommnisse ins Auge, so wird uns die Herkunft der in den letzten Jahrzehnden in der unmittelbaren Nähe von Basel, am rechten Rheinufer, sowohl oberhalb als unterhalb der Stadt gefundenen erratischen Blöcke nicht mehr so räthselhaft erscheinen. Ich erinnere hier an den grossen, bis vor wenigen Jahren am Rheinufer gelegenen Block von

schwarzem, weiss geaderten Alpenkalk, der seitdem zu Grabsteinen verwendet worden ist und den meines Wissens zuerst unser verstorbenes Mitglied, Herr Dizerens, Marbrier, entdeckt hat.

Ebenso waren beim Graben eines Brunnens im Kinderspital, oberhalb der kleinen Stadt, im diluvialen Schutt einige granitische Blöcke zum Vorschein gekommen, die mir von dem verdienten ersten Director der Anstalt, unserm kürzlich verstorbenen Mitglied, Hrn. Prof. Streckeisen vorgewiesen wurden. Unter ähnlichen Verhältnissen fanden sich vor einigen Jahren in der Nähe dieser Lokalität, am Rheinweg, Blöcke von grauem Alpenkalk mit Versteinerungen der untern Kreideformation (Neocomien), worüber Hr. Rathsherr Merian s. Z. Mittheilungen gemacht hat.

Alle diese, freilich noch sehr vereinzelten Vorkommnisse, scheinen dafür zu sprechen, dass die alpinen Gletscher der Glacialperiode nicht nur im Osten bis über den Bodensee, sondern auch hier im Westen über die Einsattelungen der Juraketten über das Plateaugebiet des K. Basel bis an den Rhein und wahrscheinlich noch weiter sich erstreckt haben.

Es setzt dies freilich nicht nur eine ausserordentlich weite Verbreitung, sondern auch eine ungemeine Mächtigkeit der einstigen alpinen Gletscher voraus. Erwägen wir aber, dass die Kette der Alpen damals, vor der Jahrtausende hindurch fortgesetzten Verwitterung und Erosion, die seitdem stattgefunden hat, ohne Zweifel beträchtlich höher und ebenso das Mittelland der ebenen Schweiz noch nicht so ausgewaschen war, wie heutzutage, erwägen wir ferner die Möglichkeit einer fortgesetzten langsamen Hebung des Juragebirges nach der Glacialzeit, die eine geringere Höhe der Jurapässe zur Zeit der grossen Gletscher voraussetzen würde, so sind

wir nicht mehr genöthigt, eine so ungeheure Mächtigkeit der alten Gletscher anzunehmen und auch die Schwierigkeiten eines auf so grosse Ausdehnung sehr geschwächten Gefälles erscheinen unter diesen Umständen merklich verringert.

Wir dürfen übrigens nicht vergessen, dass auf dem neutralen Boden des K. Basel, vom Jura ganz abgesehen, Ablagerungen von zweierlei Gletschern, der Alpen und des Schwarzwaldes sich begegnet sind, und dass es erst fortgesetzten Untersuchungen gelingen wird, diese verschiedenartigen Ablagerungen zu unterscheiden und in ihrer Verbreitung zu verfolgen.

Der Jura selbst hat mächtige Geröllmassen geliefert, die sich besonders am Ausgang der grossen Spaltenthäler, des Birs- und Ergolzthales, gegen das Rheinthal über dem alpinen Diluvium abgelagert haben. Der Gedanke liegt nahe, jene Fluthen mit dem Rückzug der in unser Plateaugebiet vorgedrungenen alpinen Gletscher in Verbindung zu bringen.

Als ich letztes Spätjahr an einem klaren Morgen den Bölchen bestieg, sah ich dichte weisse, von der Sonne beschienene, Nebel durch die Pässe des Jura von Süden her gegen das Plateaugebiet, in Form von langen Zungen, vordringen. Einen ähnlichen Anblick mögen in der Glacialzeit, die über den Jura vorgerückten Gletscher hier dargeboten haben.

PALÆONTOLOGIE.

Ueber einige Tertiär-Versteinerungen von Therwyler bei Basel

von

Prof. Peter Merian.

(Sitzung vom 16. December 1868).

Die Versteinerungen des Tertiärgebirges in unsern nächsten Umgebungen, marine sowohl als Arten des Süsswassergebildes, sind meistentheils im festen Gestein eingeschlossen und können gewöhnlich nur im Zustande von Steinkernen losgelöst werden, was ihre genaue Bestimmung sehr erschwert. Wenn man im Mainzer Becken, dessen Tertiärconchylien in der Altersstufe mit den unsrigen übereinstimmen, an vielen Fundorten wohlerhaltene Meeresconchylien und Süsswasserschnecken sammelt, so befällt einen ein peinliches Gefühl, dass man bei uns die entsprechenden Arten nur im unvollkommenen Erhaltungszustande aus dem Gesteine herauszuklopfen gezwungen ist. Nur ausnahmsweise trifft man bei uns Fundstätten von Tertiärconchylien mit erhaltener Schale, im sogenannten kalzinirten Zustande. Eine solche waren in frühern Jahren die Mergelgruben bei Bottmingen, die eine Anzahl schöner Versteinerungen geliefert haben, aber gegenwärtig nicht mehr zugänglich sind. Eine neue ist von Herrn Stud. Gutzwiller in der Nähe des Dorfes

Therwyler entdeckt worden. Die von ihm daselbst gesammelten meist kleinen Arten, welche er unserer Sammlung zum Geschenk gemacht hat, habe ich vornehmlich mit Hülfe des Sandberger'schen Werkes, über die Tertiärconchylien des Mainzer Beckens, zu bestimmen gesucht. Es sind die nachfolgenden:

1. *Cerithium plicatum.* Brug. Var. *pustulatum.* Nach Sandberger herrscht diese Varietät vornehmlich in seinem Cerithienkalk vor. Die Art hat übrigens eine starke verticale Verbreitung. Sie wurde, und zwar in derselben Varietät, auch in den Mergeln von Bottmingen gefunden, welche Sandbergers unterster Abtheilung, seinem Meeressande, entsprechen.

2. *Cerithium arcuatum.* Sandb. Nach ihm ebenfalls im Cerithienkalke.

3. *Scalaria pusilla.* Phil. Im Meeressande.

4. *Vermetus* sp.

5. *Bullina exerta.* Desh. Findet sich nicht bei Sandberger. Sie kommt in den Sables supérieurs von Ormoy vor, welche Sandberger mit seinen untern Abtheilungen zu identificiren geneigt ist.

6. *Corbulomya nitida.* Sandb. Im untern Cyrenen-Mergel. Ich bin jedoch bei der Bestimmung der Art nicht ganz sicher.

7. *Corbula.* Nur die kleine linke Schale, daher nicht genau bestimmbar. Könnte vielleicht *C. subpisiformis* Sandb. aus dem Meeressande sein.

8. *Syndosmya elegans.* Desh. Aus dem Meeressand. Etwas schmäler als die Abbildung. Das Schloss ist nicht entblösst.

9. *Cytherea subarata.* Sandb. Nur junge Schalen. Aus den obern Cyrenen-Mergeln.

10. *Cyrena.* Blosser Steinkern.

11. *Modiola angusta.* A. Braun. Aus dem Cerithien-

kalk. Ausserdem Blätterabdrücke und Kinnladen kleiner Insektenfresser, welche kaum einer nähern Bestimmung fähig sind.

Sandberger bringt die Tertiärschichten des Mainzer Beckens, welche mit den unsrigen in Verbindung gestanden haben, von unten nach oben, in nachstehende Abtheilungen:

I. Meeressand, der sog. tongrischen Stufe entsprechend.
II. Septarienthon.
III. Cyrenen-Mergel.
IV. Cerithien- und Landschnecken-Kalk.
V. Corbicula-Schichten mit Cerithium margaritaceum.
VI. Litorinellenkalk.
VII. Oberste Schichten mit Blätter-Abdrücken und Dinotherium.

Die untersten Schichten sind eine reine Meeresbildung, mit subtropischer Facies. Nach oben ändern sich die Arten, doch nicht plötzlich, sondern nur allmählig. Von III. an beginnen Brackwasser-Bildungen, doch erhalten sich hier und da noch kleine Meeresbecken. Höher stellen sich Süsswasser- und Landbildungen ein.

Nach der mitgetheilten Aufzählung würden folglich die Schichten von Therwyler Sandbergers Cyrenen-Mergeln oder seinem Cerithienkalke entsprechen, also einem höhern Niveau als die nahe gelegenen Mergel von Bottmingen, welche einer rein marinen Bildung, Sandbergers Meeressand, angehören, wie die in unserer Nähe vorkommenden Sandsteine von Aesch und die Kalkkonglomerate von Dornach, Stetten u. s. w.

Eine genauere Untersuchung der bei uns in dieser rein marinischen Stufe vorkommenden Conchylien wird ausser den Arten, welche mit denjenigen des Mainzer

Beckens übereinstimmen, noch manche neue nachweisen lassen, welche in dem letztern nicht angetroffen worden sind, wie das übrigens an von einander entfernten Stellen eines und desselben Meeresbeckens sich erwarten lässt. Sandberger erwähnt als eine solche *Pholadomya Meriani*. May. von Aesch, früher von mir *P. pectiniformis* benannt. Unter ausgezeichneten Arten könnte ich noch anführen *Ostrea Arca*. M., bereits in Bruckners Merkwürdigkeiten Tab. 4, Fig. a. abgebildet, von Bottmingen. Ferner *Mytilus acutus*. M. von eben daher, welcher Aehnlichkeit besitzt mit dem *M. acutangulus*. Desh. aus den eocänen Sables moyens.

Die Versteinerungen von St. Verena bei Solothurn

von

Prof. Peter Merian.

(Sitzung vom 13. Januar 1869.)

Es sind mir von Hrn. Professor Lang in Solothurn eine Anzahl von Petrefakten aus dem weissen Kalk, welcher hinter der St. Martinskirche in der Einsiedelei St. Verena bei Solothurn ansteht, zu näherer Bestimmung zugesandt worden. Dieselben sind von Hugi, von Gressly und von ihm selbst gesammelt. Das Ergebniss einer genauern Untersuchung ist nachstehendes:

Nerinea Gosae, Roem. Ich vermag keinen Unterschied von *N. Desvoidyi*. d'Orb. wahrzunehmen. Scheint die am häufigsten vorkommende Nerinea zu sein. Kommt nach der Lethaea von Etallon vom Astartien aufwärts bis in den Virgulien vor. Nach d'Orbigny ist die N. Desvoidyi, welche Etallon, im Widerspruch mit Thurmann, als eine verschiedene Art ansieht, und unter den Verstei-

nerungen des Berner Jura nicht aufführt, im Corallien (Diceratien) von Oyonnaz, St. Mihiel u. s. f. überall häufig. Ich habe sie selbst im Diceratien von Nantua gefunden, obgleich weniger häufig als andere Nerineen.

N. Kohleri? Et. nach ihm im Diceratien. Die Figur von Etallon ist zu unvollkommen, um eine genaue Bestimmung zuzulassen.

Cerithium Humbertianum. Buvignier. Aus dem Corallien von St. Mihiel, also ebenfalls im Diceratien.

Cypricardia isocardina? Buv. Aus dem Terrain à Chailles der Ardennen und dem Diceratien von St. Mihiel. Das Exemplar ist zu einer ganz zuverlässigen Bestimmung zu unvollständig.

Cardium corallinum. Leym. Nach Et. ausschliesslich im Diceratien der Caquerelle u. s. w. Nach Contejean kommt die Muschel häufig in noch höherm Niveau vor.

C. septiferum. Buv. Nach Et. im Diceratien der Caquerelle. Kommt indess auch höher vor.

Corbis concentrica. Buv. Die Figur von Buv. ist nicht so gross, wohl aber diejenige von Et. aus dem Diceratien der Caquerelle.

C. subdecussata. Buv. Aus dem Diceratien von St. Mihiel.

Astarte robusta. Et. Häufig im Diceratien von Laufen. Scheint auch in St. Verena häufig zu sein.

Trigonia Meriani. Ag. Scheint mir eine etwas missliche Art. Aus dem Diceratien von Laufen.

T. geographica. Ag. Ebendaher.

Arca. Entfernt ähnlich der A. *Choffati* Thurm. aus dem Virgulien, aber verschieden.

Diceras Münsteri. Goldf. Identisch mit D. *Sanctae Verenae.* Gressly. nach genauer Vergleichung mit Exemplaren von Nantua, wo ich dieselbe häufig in Begleitung von D. arietina Lam. gefunden habe. Ausser St. Verena

gibt Et. auch noch den Diceratien von La Chaux-de-fonds als Fundort an. Hr. Lang hatte auch Exemplare von Zwingen beigelegt.

Modiola. Unvollkommen.

Avicula. Aehnlich der A. *gervilloides*. Ctj. aus dem Virgulien, wie sie Et. abbildet. Die starken Falten auf dem Flügel sind indess nicht angegeben. D'Orbigny im Prodr. Etage corallien, N. 342, führt eine A. *corallina* an, mit Falten auf den Flügeln, welche aber ohne Abbildung nicht bestimmbar ist.

Gervillia. Schönes vollständiges Exemplar einer Art, die ich nicht beschrieben finde. Möglich, dass sie mit einer der Arten von Etallon übereinstimmt, seine Figuren sind aber zu unvollkommen und offenbar nach nicht vollständigen Exemplaren entworfen, um eine genaue Bestimmung zu ermöglichen.

Lima astartina? Thurm. Aus dem Astartien. Bei den etwas unvollkommenen Figuren von Et. ist eine ganz zuverlässige Bestimmung bei den vorliegenden unvollständigen Exemplaren schwierig.

L. Bonanomii? Et. Aus dem Diceratien von Laufen. Das vorliegende Exemplar ist ohne erhaltene Schale, die Figur von Et. zeigt dieselbe ebenfalls nicht. Eine genaue Bestimmung ist daher kaum zulässig.

L. suprajurensis. Contej. Aus dem Pterocerien. Die Figur von Contejean, die weit besser ist als diejenige von Et., stimmt gut.

L. aciculata? Et. Aus dem Glypticien. Zu einer zuverlässigen Bestimmung ist das vorliegende Exemplar zu unvollständig.

Pecten articulatus? Schl. Aus dem Glypticien nach Et. Die Exemplare sind unvollkommen, stimmen indess ziemlich mit den Abbildungen von Etallon.

P. solidus. Roem. Im Diceratien von Laufen häufig.

P. ähnlich *P. Benedicti.* Contej. Aus dem Astartien, scheint aber doch verschieden.

P. Veziani? Et. Aus dem Astartien.

P. scheint eine neue Art. Gleicht dem *P. Beaumontinus.* Buv. aus dem Astartien, ist aber viel grösser, noch grösser als die vergrösserte Zeichnung von Buv. und hat eine verschiedene Sculptur.

P. erinaceus? Buv. Im Glypticien und auch häufig im Diceratien des haut Jura nach Et. Stimmt ziemlich gut, so viel sich nach den etwas unvollkommenen, jedoch zahlreich vorhandenen Stücken bestimmen lässt.

Es kommen damit Exemplare mit zahlreichern Rippen vor, die einer andern Art angehören, vielleicht *P. dilatatus.* Et. (Corallien du haut Jura.) Aus dem Diceratien.

Hinnites. Undeutliche Exempl. Dem *H. velatus* d'Orb. ähnlich, den Et. aus Diceratien von Laufen anführt.

H. Grosse Art, die neu zu sein scheint.

Ostrea solitaria. Sow. Häufig im Diceratien. Nach Et.

O. quadrata? Et. Im Diceratien von Laufen.

Terebratula Moravica. Glock. Nach Et. häufig im Diceratien von Laufen.

T. Bauhini. Et. Ebendaselbst häufig. Wie Et. bemerkt, der vorigen sehr nahe stehend.

T. bicanaliculata? Schl. wie Et. sie aus dem Diceratien von la Caquerelle abbildet. Zu einer genauen Bestimmung wären vollständigere Exemplare nöthig.

Rhynchonella. Unvollständige Exemplare.

Pygurus. Schalenbruchstücke.

Stachel von *Hemicidaris?*

Cidaris Parandieri? Ag. (*C. Blumenbachii.* Cott.) Einzelne Warze. Aus dem Glypticien, doch auch im Diceratien von la Caquerelle und Laufen. nach Et.

Millericrinus? Säulenglied.

Einige ziemlich undeutliche Corallen.

Eine Anzahl von Arten, die ich wegen ihrer unvollkommenen Erhaltung nicht zu bestimmen vermochte, lasse ich unberücksichtigt.

Stellen wir die Ergebnisse zusammen, so hätten wir nachstehendes Verzeichniss von Arten, welche ich mit Bestimmtheit glaube unterscheiden zu können.

Nerinea Gosae. Roem. Im Diceratien und höher.

Cerithium Humbertianum. Buv. Diceratien.

Cardium corallinum. Leym. Diceratien und höher.

Cardium septiferum. Buv. Diceratien.

Corbis concentrica. Buv. id.

C. subdecussata. Buv. id.

Astarte robusta. Et. id.

Trigonia Meriani. Ag. id.

T. geographica. Ag. id.

Diceras Münsteri. Goldf. id.

Lima suprajurensis. Contej. Pterocerien.

Pecten solidus. Roem. Diceratien.

Ostrea solitaria. Sow. id.

Terebratula moravica. Glock. id.

T. Bauhini. Et. id.

Also unter 15 Arten 14, die dem entschiedenen Diceratien von la Caquerelle und besonders von Laufen und andern Orten angehören. Lima suprajurensis Ctj. allein macht eine Ausnahme, da sie bis jetzt nur in höhern Schichten des obern Jura angetroffen worden ist. Ziehen wir die andern Arten, wo noch einige Unsicherheit obwaltet, hinzu, so bleibt dasselbe Ergebniss. Die Fauna von St. Verena ist daher entschieden diejenige des Diceratien oder Corallien blanc. Eigenthümlichkeiten zeigen sich allerdings. Es ist bemerkenswerth, dass Diceras arietina Lan., welche bei Nantua der häufige Begleiter von D. Münsteri Goldf. ist, hier fehlt, da die letztere hingegen bei la Caquerelle in Begleitung der D.

arietina nicht gefunden worden ist. Aehnliche Eigenthümlichkeiten zeigen sich indess ebenfalls, wenn wir z. B. die Fauna des Diceratien von Laufen, mit derjenigen von la Caquerelle vergleichen oder diejenigen verschiedener Localitäten der Umgebung von Nantua.

Von der Beschaffenheit der Fauna allein ausgehend, erscheint es daher vollkommen gerechtfertigt, wenn Hr. Prof. Lang in seiner Uebersicht der geognostischen Verhältnisse von Solothurn (im 22. Bde. der Schweiz. Denkschriften) die Schichten von St. Verena in das Niveau des Corallien blanc versetzt. Es ist das auch früher die Ansicht von Gressly gewesen, die er später geändert hat, indem er in seiner Diceras Stae. Verenae eine eigenthümliche, dem höher gelegenen Astartien angehörige Art zu erkennen glaubte. (S. Desor et Gressly, Jura Neuchâtelois, S. 75.) Dieser Grund fällt weg, da diese Diceras mit D. Münsteri des Corallien blanc von Nantua übereinstimmt. Hr. Dr. Greppin theilt mir mit, dass nach seinen und Hrn. Matthey's Untersuchungen bei St. Verena ein entschiedener Astartien unter dem dortigen Diceratenkalk liege. Es würde das ein neuer Beweis der auch an andern entferntern Lokalitäten sich herausstellenden Thatsache sein, dass der von Diceras begleitete corallenführende Kalk mit theilweiser Beibehaltung seiner characteristischen Fauna, durch jüngere Schichten hindurch, in ein höheres Niveau hinaufreicht. Doch scheint mir die Behauptung noch eine genauere Bestätigung zu erfordern, und namentlich wäre eine nähere Bestimmung von Petrefakten des unter dem weissen Kalk von St. Verena anstehenden angeblichen Astartien nothwendig. In den besagten Schichten scheinen aber noch keine bestimmten Petrefakten gefunden worden zu sein. Blosse petrographische Aenlichkeiten können nicht entscheiden.

MATHEMATIK.

Neuer Beweis des Vorhandenseins komplexer Wurzeln in einer algebraischen Gleichung

von

Prof. Hermann Kinkelin.

(Den 27. Jan. 1869.)

Seit *Gauss* seinen ersten Beweis von der Auflösbarkeit einer algebraischen Gleichung durch einen komplexen Werth der Unbekannten veröffentlicht hat (1799, Werke Bd. III, pag. 1), sind mehrere Beweise von verschiedenen Verfassern erschienen, welche theils auf rein analytischer Grundlage, wie derjenige von *Cauchy* (1821, Cours d'analyse, pag. 331), der zweite und dritte von *Gauss* selbst (1815 und 1816, Werke Bd. III, pag. 31 und 57), der von *Serret* (Cours d'algèbre supérieure, 1866, Bd. I, pag. 97), theils unter Beiziehung räumlicher Anschauungen aufgestellt wurden, wie namentlich der letzte von *Gauss* (1849, Werke Bd. III, pag. 70), der von dem ersten sich nur in der Form unterscheidet, die beiden von *Ullherr* (Crelle's Journal Bd. 31, pag. 231). Man wird nun wohl die Forderung an den Beweis irgend einer Wahrheit stellen dürfen, dass die zu Grunde gelegten Prinzipien die vollständige Wahrheit enthalten und geeignet seien, sie zu enthüllen. Ausser dem ersten und letzten Beweise von *Gauss* ist aber keiner, der die Existenz aller Wurzeln einer Gleichung direkt zeigt und der ausgesprochenen Forderung Genüge leistet. Es scheint demnach gerechtfertigt, einen neuen Beweis dieses Fundamentalsatzes der

Lehre von den algebraischen Gleichungen mitzutheilen, der nicht an dieser Unvollständigkeit leidet und ausserdem den Vorzug hat, sich auf den allerelementarsten Grundlagen aufzubauen und mit den nöthigen Modifikationen auch auf transzendente Gleichungen anwenden zu lassen.

Es sei $x = p + q\,i$ eine komplexe Zahl, in der p und q reelle Grössen bedeuten und $i = \sqrt{-1}$ ist. Nimmt man auf einer Ebene ein festes Achsensystem XOY an und trägt p als Abszisse, q als Ordinate auf, so ist der so bestimmte Punkt m der Ebene der Repräsentant von x. Die Gerade, welche diesen Punkt mit dem Nullpunkt O der Koordinaten verbindet, habe die Länge r und bilde mit der Achse OX den in der positiven Drehungsrichtung gemessenen Winkel α; dann kann man auch setzen

$$x = r\,(\cos\alpha + i\sin\alpha),$$

wobei r und α die Polarkoordinaten von m sind, und zwar r der Radius, α das Argument.

Lässt man p und q alle möglichen Werthe von $-\infty$ bis $+\infty$ annehmen, so durchläuft x das ganze Gebiet der komplexen Zahlen und die repräsentirenden Punkte m füllen die ganze Ebene (Zahlenebene) aus. Das Nämliche wird dadurch erreicht, dass man dem Radius r alle Werthe von 0 bis ∞ und dem Argument α diejenigen von 0 bis 2π gibt.

Es bezeichne $F(x)$ eine algebraische ganze rationale Funktion der komplexen Veränderlichen x, so kann man sie ebensowohl als Funktion der beiden unabhängigen Veränderlichen p und q, wie als solche von r und α auffassen. Sie lässt sich ferner in die Form $P + Q\,i = R\,(\cos A + i\sin A)$ bringen, wobei P, Q, R und A stetige reelle Funktionen von r und α sind. Der Punkt M sei Repräsentant der Funktion für denjenigen Werth von x, dessen Repräsentant der Punkt m ist. Er hat die recht-

winkligen Koordinaten P und Q und die Polarkoordinaten R und A. Gibt man dem Radius r einen bestimmten Werth und variirt α stetig von 0 bis 2π, so wird sich sowohl R als A stetig ändern und zwar so, dass beide für $\alpha = 2\pi$ die nämlichen Werthe annehmen, wie für $\alpha = 0$, das heisst: wenn man den Punkt m eine Kreisperipherie vom Radius r durchlaufen lässt, so wird der Punkt M ebenfalls eine geschlossene krumme Linie (von einem oder mehreren Umgängen) beschreiben, welche wir eine repräsentirende Linie nennen wollen. Da die Funktion $F(x)$ auch stetig bezüglich des Radius r ist, so wird die stetige Variation desselben von 0 bis ∞ eine Folge von repräsentirenden Linien erzeugen, von denen sich jede an die vorhergehende, ohne Zwischenräume zu lassen, anschliesst. Ueberdies ist zu bemerken, dass keine der repräsentirenden Linien für einen endlichen Werth von r einen unendlich entfernten Punkt enthält.

Es soll nun zunächst gezeigt werden, dass die Funktion $F(x)$ aller möglichen komplexen Werthe fähig ist oder, was dasselbe ist, dass die repräsentirenden Linien die ganze Zahlenebene bedecken. Um die Darstellung zu vereinfachen, wollen wir eine Funktion, deren repräsentirende Linien (von $\alpha = 0$ bis 2π) nach positiver Drehungsrichtung laufende geschlossene, nicht in's Unendliche gehende Linien sind und die ganze Zahlenebene stetig bedecken, und zwar so, dass die Linien, welche einem unendlichen Werth des Radius r der Veränderlichen x entsprechen, ganz im Unendlichen liegen, eine unbegrenzte Funktion nennen. Die Veränderliche x ist eine solche ihrer selbst.

Satz I. Die Summe aus einer unbegrenzten Funktion und einer konstanten Zahl ist selbst eine unbegrenzte Funktion.

Beweis. Es sei $f(x) = P + Qi$ eine unbegrenzte

Funktion und werde durch den Punkt M repräsentirt. Addirt man zu ihr die konstante Zahl $a + bi$, so wird die Summe gleich

$$f_1(x) = (P + a) + (Q + b)i.$$

Die Koordinaten jedes die Funktion $f_1(x)$ repräsentirenden Punktes M_1 sind bezüglich um a und b grösser als die des entsprechenden Punktes M. Sämmtliche Punkte M sind demnach in gleicher Richtung und um einen gleichen Betrag verschoben worden, so dass sich in ihrer gegenseitigen Anordnung nichts geändert hat und die repräsentirenden Linien in unveränderter Gestalt, wenn auch in anderer Lage, die Zahlenebene bedecken, w. z. z. w.

Satz II. Das Produkt aus einer unbegrenzten Funktion und ihrer Veränderlichen ist selbst eine unbegrenzte Funktion.

Beweis. Es sei wieder $x = r(\cos\alpha + i\sin\alpha)$ die Veränderliche und $f(x) = R(\cos A + i\sin A)$ eine unbegrenzte Funktion derselben, so ist ihr Produkt

$$x \cdot f(x) = rR(\cos[A + \alpha] + i\sin[A + \alpha]).$$

Lässt man in dem letzten Ausdruck zunächst den Radius r konstant und variirt dann α stetig von 0 bis 2π, so wird nach der Voraussetzung das Argument A für $\alpha = 0$ und $\alpha = 2\pi$ den nämlichen Werth A_0 oder allgemeiner $A_0 + 2g\pi$ haben, unter g eine ganze positive Zahl verstanden. Wie daher auch im Uebrigen der Gang des Argumentes A beschaffen sein mag, so wird die Summe $A + \alpha$ für $\alpha = 0$ von dem Anfangswerth A_0 ausgehen und in stetigem Verlaufe, entweder beständig zunehmend oder stellenweise abnehmend, mit dem Endwerthe $A_0 + 2\pi$ oder allgemeiner $A_0 + 2g\pi + 2\pi$ schliessen, also jedenfalls einen vollen Umlauf machen. Da nun auch der Radius rR eine stetige Funktion von α ist, so folgt hieraus, dass die Linie, welche der die Funktion $x.f(x)$ für den angenommenen Werth von r reprä-

sentirende Punkt beschreibt, um den Anfangspunkt O des Achsensystems herumgeht und in sich selbst zurückkehrt. Ferner sind beide, sowohl der Radius rR als das Argument $A + \alpha$ nach der Voraussetzung stetige Funktionen von r und der erstere nimmt bei stetigem Variiren von r vom Anfangswerth 0 an bis zum Endwerth ∞, ebenfalls stetig alle Werthe von 0 bis ∞ an, was auch sonst sein Verlauf sein mag, da R für unendliche Werthe von r nicht Null wird. Die repräsentirenden Linien schliessen sich demnach um den Anfangspunkt herum kontinuirlich an einander an und bedecken die ganze Zahlenebene, w. z. z. w.

Es ist nicht überflüssig, zu bemerken, dass der Radius R, wenn auch nicht für unendlich grosse, so doch für endliche Werthe von r ein- oder mehrmals verschwinden kann, wenn nämlich eine oder mehrere der die Funktion $f(x)$ repräsentirenden Linien durch den Nullpunkt O gehen. Ein solcher Durchgang komme überhaupt k mal vor, sei es dadurch, dass k verschiedene Linien oder dass einzelne von ihnen mehrmals diese Eigenschaft haben. Alsdann wird der Radius R für k Werthepaare von r und α gleich Null, welche gleich oder ungleich sein können (im ersten Fall weisen die repräsentirenden Linien in O einen Rückkehrpunkt auf). Der Radius rR der Funktion $x \cdot f(x)$ wird nun ein Mal mehr verschwinden, nämlich ausser für jene noch für $r = 0$. Wenn daher die Gleichung $f(x) = 0$ k komplexe Wurzeln hat, so hat die Gleichung $x \cdot f(x) = 0$ $k + 1$ solche. Geometrisch wird dies dadurch dargestellt, dass die repräsentirenden Linien von $x \cdot f(x)$, wenn diejenigen von $f(x)$ k mal durch den Nullpunkt O gehen, $k + 1$ mal denselben passiren.

Satz III. Eine algebraische ganze rationale Funktion einer komplexen Veränderlichen ist jedes komplexen Werthes fähig.

Beweis. Die Grössen $a_1, a_2, \ldots a_{n-1}, a_n$ mögen beliebige komplexe Konstanten bedeuten, x eine komplexe Veränderliche, so sind folgende Funktionen unbegrenzt in dem angenommenen Sinne, und zwar abwechselnd zufolge Satz I und II:

$$x, \qquad\qquad x + a_1,$$
$$x(x + a_1) = x^2 + a_1 x, \qquad x^2 + a_1 x + a_2,$$
$$x(x^2 + a_1 x + a_2) = x^3 + a_1 x^2 + a_2 x, \quad x^3 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3,$$

und so weiter bis

$$x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1} x + a_n$$

und können daher jeden gegebenen Werth annehmen, w. z. z. w.

Aus dem letzten Satz folgt jetzt unmittelbar, dass eine algebraische ganze rationale Funktion für mindestens einen komplexen Werth der Veränderlichen Null wird oder dass eine algebraische Gleichung mindestens eine komplexe Wurzel hat.

Man ist nun leicht im Stande nachzuweisen, dass eine algebraische Gleichung des n ten Grades n komplexe Wurzeln haben muss; wie folgt.

Satz IV. Wenn eine algebraische ganze rationale Funktion des n ten Grades ohne konstantes Glied für n Werthe der komplexen Veränderlichen Null wird, so gilt dies auch für eine solche Funktion mit konstantem Glied.

Beweis. Es wird behauptet: wenn eine ganze rationale Funktion vom n ten Grad, in welcher kein konstantes Glied vorkommt, für n Werthe der Veränderlichen verschwindet, so gibt es ebenfalls n Werthe von x, welche die Funktion

$$F(x) = x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1} x + a_n,$$

die das konstante Glied a_n enthält, gleich Null machen. In der That, es ist im vorigen Satz bewiesen worden, dass sich immer ein solcher Werth ω von x finden lässt, dass

$$\omega^n + a_1 \omega^{n-1} + a_2 \omega^{n-2} + \dots + a_{n-1} \omega = - a_n$$

wird. Setzt man daher in $F(x)$

$$x = y + \omega,$$

so dass ω jener Bedingung genügt, so wird

$$F(x) = y^n + b_1 y^{n-1} + b_2 y^{n-2} + \dots + b_{n-1} y$$
$$+ (\omega^n + a_1 \omega^{n-1} + \dots + a_{n-1} \omega + a_n)$$

oder, da nach der Annahme die Klammer gleich Null ist,

$$F(x) = y^n + b_1 y^{n-1} + b_2 y^{n-2} + \dots + b_{n-1} y,$$

wo das konstante Glied fehlt und die Koeffizienten b_1, b_2, ... b_{n-1} Funktionen von ω und den Koeffizienten a_1, a_2, ... a_{n-1} sind. Zufolge der gemachten Voraussetzung gibt es aber n Werthe von y, welche den letzten Ausdruck von $F(x)$ gleich Null machen und daher eben so viele von x, weil x und y gleich viele Werthe haben, w. z. z. w.

Satz V. Eine algebraische Gleichung des $n$ten Grades hat n komplexe Wurzeln.

Beweis. Die Grösse $x^2 + a_1 x = x (x + a_1)$ wird Null für die beiden Werthe $x = 0$ und $x = - a_1$, folglich wird $x^2 + a_1 x + a_2$ nach dem vorigen Satz ebenfalls für zwei Werthe von x gleich Null.

Daraus folgt nach der Bemerkung zu Satz II weiter, dass $x (x^2 + a_1 x + a_2) = x^3 + a_1 x^2 + a_2 x$ für drei Werthe von x verschwindet, was nun auch für die Funktion $x^3 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3$ gilt.

Auf gleiche Weise schliesst man, dass der Ausdruck $x (x^3 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3) = x^4 + a_1 x^3 + a_2 x^2 + a_3 x$ und mit ihm auch $x^4 + a_1 x^3 + a_2 x^2 + a_3 x + a_4$ für vier Werthe von x verschwindet.

Wird in dieser Art weiter geschlossen, so ergibt sich allgemein, dass die Funktion

$$x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \dots + a_{n-1} x + a_n$$

für n Werthe von x Null wird, w. z. z. w.

Die beigegebene Zeichnung zeigt einige der reprä-

sentirenden Linien der Funktion $x^2 + (2{,}25 + 1{,}50\,i)\,x$ oder $x\,(x + 2{,}25 + 1{,}50\,i)$, die so konstruirt wurden. Der Punkt m mit dem Argument $\alpha = 120^0$ und dem Radius $r = 2.50$ repräsentirt die Veränderliche x, der durch ihn gehende Kreis um den Mittelpunkt O ist eine repräsentirende Linie derselben. In gleicher Weise repräsentirt der Punkt m_1 mit dem Argument $A = 74^0\,44',4$ und dem Radius $R = 3{,}80$ den entsprechenden Werth von $x + 2{,}25 + 1.50\,i$; er liegt nämlich auf dem diesen Ausdruck repräsentirenden Kreis O_1, dessen Radius $O_1\,m_1 = O\,m$ und mit $O\,m$ parallel ist. Das Produkt $x\,(x + 2{,}25 + 1.50\,i) = rR\,(\cos\,[A + \alpha] + i\,\sin\,[A + \alpha])$ wird demnach repräsentirt durch einen Punkt M, dessen Argument $A + \alpha = 194^0\,44',4$ und dessen Radius $= 9{,}50$ ist. Der Umlauf der Punkte m und m_1 auf den Kreisen O und O_1 von der Anfangslage an, bei welcher $\alpha = 0$, $A_0 = \angle\, m_0\,OX = 16^0\,9',9$ ist, gibt sämmtliche Punkte M der repräsentirenden Linie für den angenommenen Werth von r. — So lange die beiden Kreise O und O_1 ausser einander liegen, haben die repräsentirenden Linien der Funktion einen einfachen Umgang; berühren sich jene, so entspricht dem Berührungspunkt ein Rückkehrpunkt in der repräsentirenden Linie. Wenn sich die Kreise schneiden, so erhält die letztere eine Schleife und macht zwei Umgänge um den Punkt O, falls dieser zugleich sich innerhalb des Kreises O_1 befindet.

PHYSIK.

Eine Relieferscheinung.

Von

Prof. Fritz Burckhardt.

(Sitzung vom 16. December 1868.)

In Fig. 1 und 2 habe ich zwei kreisförmige Scheiben abgebildet, welche in rasche Rotation versetzt, eine eigenthümliche Relieferscheinung veranlassen.

Es entstehen nämlich abwechselnd helle und dunkle Ringe, welche nicht mehr in der Ebene zu liegen scheinen, sondern theils aus ihr hervortreten, theils hinter sie zurücktreten, theils also erhöht, theils vertieft erscheinen.

Denkt man sich um den Mittelpunkt der Scheibe irgend einen Kreis beschrieben, so schneidet dieser Kreis bald weisse, bald schwarze Theile derselben; bei gehörig schneller Drehung erscheint dann der Kreis in einer solchen Intensität, als ob Hell und Dunkel gleichmässig über die ganze Peripherie ausgebreitet wären. Je grösser also die Summe der weissen Bogen ist im Verhältniss zur Summe der schwarzen, um so heller wird der Kreis erscheinen.

Haben die schwarzen und die weissen Streifen auf der ersten Scheibe eine Breite von je einem Centimeter, wie es sich für die Darstellung recht gut eignet, so entsteht zunächst um das Centrum eine schwarze Kreisfläche; dann mischt sich in das Schwarz immer mehr und mehr Weiss, so dass um den schwarzen Kreis ein Ring entsteht, in welchem sich die Helligkeit nach aussen steigert; nun

mischt sich wieder in steigendem Masse Schwarz hinein und es entsteht ein Ring mit abnehmender Helligkeit u. s. f.

Man kann die Abnahme und Zunahme der Helligkeit graphisch darstellen und besser übersehen.

In Fig. 3 seien die auf der horizontalen Linie AC abgetragenen Entfernungen die Radien der einzelnen Kreise, welche um den Mittelpunkt der Scheibe gezogen gedacht werden, in Millimetern ausgedrückt. Die auf der vertikalen AB und ihr parallel abgetragenen Grössen sind proportional der Quantität Schwarz, welche sich in dem betreffenden Kreise vorfindet. Der Gang der Funktion wird nun dargestellt durch die gebrochene Linie. Die Quantität Weiss, welche in jedem einzelnen Kreise vorhanden ist, wird angegeben durch die von der geraden AD nach unten gemessenen Strecken. Man erkennt, dass die Curve sich immer mehr und mehr abflacht, dass also die Unterschiede in der Beleuchtung der einzelnen Ringe immer kleiner und kleiner werden.

Anders verhält sich in dieser Hinsicht die zweite Scheibe, indem auf derselben die Abstufung von Hell und Dunkel in jedem folgenden Ringpaare sich gleich (oder annähernd gleich) bleibt. Das Relief erscheint auf dieser Scheibe auch stärker markirt.

Wenn wir uns nun über die Erscheinung Rechenschaft geben wollen, so gehen wir von folgender einfachen Betrachtung aus:

Man bilde mit einem Blatte Papier einen Halbcylinder, der mit seiner ebenen rechteckigen Fläche horizontal liegt. Wird nun dieser Halbcylinder von der Seite her beleuchtet, so erscheint er auf der dem Lichte zugekehrten Seite hell, auf der abgewandten aber dunkel, dazwischen ist eine Abstufung von Hell nach Dunkel; die Abstufung wird noch deutlicher, wenn die Krümmung des Papieres geringer ist. Eine nahezu umgekehrte Be-

leuchtung erhält man, wenn man das Blatt Papier nicht nach oben, sondern nach unten krümmt, wie eine Rinne. Nehmen wir nun an, die Scheibe sei von links her bestrahlt, so ist die Vertheilung des Lichtes auf dem innersten Ringe, welcher den schwarzen Kreis umgibt, auf der dem Lichte zugekehrten Seite ungefähr so, wie sie sein würde auf einem aus der Ebene hervortretenden Wulste; auf der andern Seite aber, also auf der rechten desselben Ringes, entspricht die Lichtvertheilung nicht einem Wulste, sondern einer Rinne. Obgleich nun die Vertheilung von Licht und Schatten objektiv gänzlich unabhängig ist von der Richtung des einfallenden Lichtes, bringt der Beobachter beide dennoch in Verbindung und wird zu dem Urtheil veranlasst, dass der Ring auf der dem Licht zugewandten Seite erhaben, auf der andern aber vertieft sei.

Der nachfolgende Ring hat auf der dem Lichte zugewandten Seite eine Schattirung, welche einer Rinne entspricht, auf der abgewandten Seite aber eine Schattirung, welche einem Wulste entspricht, und der Beobachter beurtheilt den Ring auch auf der einen Seite als vertieft, auf der andern als erhaben.

In gleicher Weise folgen sich nun die erhabenen und vertieften und wieder die vertieften und erhabenen Ringe u. s. w., wobei sich auf der ersten Scheibe das Relief immer mehr abflacht, auf der zweiten aber sich gleich bleibt.

Welchen Einfluss die Richtung des einfallenden Lichtes hiebei ausübt, kann man dadurch ermitteln, dass man die Beleuchtung bald von der einen, bald von der andern Seite her eintreten lässt.

Zu beiden Seiten der rotirenden Scheibe befindet sich je eine Lichtflamme. Durch abwechselndes Vermindern und Vermehren der Lichtintensität auf der linken oder der rechten Seite erhält man eine abwechselnde Umstülpung des Reliefs. Wenn aber beide Flam-

men mit gleicher Intensität leuchten, so tritt wohl eine Schwankung des Urtheils ein.

Der Ort, an welchem die erhabene Seite des einen Ringes in die vertiefte des andern übergeht, lässt sich nicht mit Genauigkeit angeben.

Die an der Scheibe beobachtete Schattirung entspricht nun nur annähernd der Schattirung, welche das beobachtete Relief in der Wirklichkeit haben würde, es liesse sich wohl kaum ein Körper herstellen, welcher genau die Lichtabstufung zeigen würde, welche die Scheibe zeigt, indessen schliesst sich unser Urtheil an das Wahrscheinlichste an und geht über die etwas störenden Momente hinweg.

Wenn die Umstülpung von Medaillenmatrizen wesentlich auf die grössere Gewohnheit Patrizen zu sehen als Matrizen zurückzuführen ist, wobei die Umkehrung der Schatten fördernd einwirken kann, so kann bei der hier behandelten Umstülpung nicht von der Gewohnheit gesprochen werden, dieser oder jener Deutung den Vorzug zu geben, weil auf der Scheibe immer erhabene und vertiefte Parthieen vorhanden zu sein scheinen und die Umstülpung der vertieften Theile in erhabene immer mit einer Umstülpung von erhabenen in vertiefte verknüpft ist. Ueberdiess unterscheidet sich die beschriebene Täuschung von der an Medaillen beobachteten wesentlich darin, dass bei diesen eine wirklich vorhandene Körperlichkeit falsch beurtheilt wird, bei jener aber erst eine Körperlichkeit hervortritt durch einen Schluss, der sich auf die vorhandene Schattirung und die Beziehung zu der Richtung des einfallenden Lichtes gründet.

Ich bemerke übrigens, dass man gelegentlich auch einen ganzen Ring erhaben und den daneben liegenden vertieft wahrnimmt, so dass über der Scheibe ringförmige Erhabenheiten und Vertiefungen erscheinen.

Das Chlor eine Sauerstoffverbindung.

Von

Karl Grüninger.

Vorwort.

Dass es mir vergönnt war, den mir unvergesslichen Lehrer Schönbein noch manches Jahr in seinen Untersuchungen zu unterstützen, diess zu sagen genügt wohl manchen Leser auf den Gedanken zu bringen, die vorliegende Abhandlung möchte mit diesen Untersuchungen in Beziehung stehen. Dem ist in der That so. Für Schönbein wurde das Chlor wieder, wie jene Leser mehr oder weniger wissen, eine Sauerstoffverbindung und diess um der ausserordentlich zahlreichen, völlig analogen Merkmale willen, welche jenes Gas und eine von ihm um derselben Charaktere willen aufgestellte Gattung von Oxyden (in weiterem Sinne) zeigt. Obgleich er nun nicht ermangelte die Gründe, welche ihn selbst zu diesem Schritte bewogen, öffentlich darzulegen, sind dieselben viel zu wenig beachtet worden, und diess wohl aus zweifachem Grunde: einmal gerieth Schönbein durch das nur zu billigende Concentrieren auf ein Forschungsgebiet, für das die Zeitströmung keine Sympathie hegt, überhaupt in eine Sonderstellung, in Folge dessen man zwar wohl hie und da fand, man habe geistreiche Forschung vor sich, seine Sätze aber neben ein organisches Ganzes

als blossen Appendix anreihte. Die Schlüsse auf das Chlor erfuhren einschliesslich dasselbe Schicksal, eine Wirkung, die zugleich mit der Ursache vor der Hand nicht zu ändern ist. Sodann wurden jene Folgerungen, sowie wieder eine analoge Erscheinung ermittelt war, vereinzelt dem wissenschaftlichen Publikum geboten, und diess legte den Gedanken nahe einmal mit einer monographischen Abhandlung vorzugehen.

Mit einer Darlegung der Muriumtheorie in ihrer früheren Gestalt, gleich wie mit der Darlegung der Gründe, welche zum Aufgeben derselben veranlassten, kann so, wie sie die Geschichtswerke uns liefern, der heutige antichloristische Gesichtspunkt sich nicht begnügen, sie war daher hier nothwendig durch eine direct aus den Quellen geschöpfte zu ersetzen; ist doch eine neu gewonnene Ueberzeugung nicht im Stande dem überwundenen Standpunkte völlig gerecht zu werden, selbst nicht mit dem aufrichtigsten Streben nach Objectivität.

Und so ergeben sich denn für die vorliegende Aufgabe sachgemäss die drei Theile, in welchen ich meine Aufgabe zu lösen versuche. Möge sich meine Hoffnung nicht völlig getäuscht sehen hie und da einen Leser zum Nachdenken und Nachforschen anzuregen und durch das Medium der hier besprochenen Muriumtheorie zum Studium der Lehre über den activen Sauerstoff überhaupt zu veranlassen: auf diese Weise würde ich dem Verstorbenen für die vielfältige Aufklärung in Dingen der chemischen Wissenschaft einen geringen Dank abzahlen können.

Basel, Februar 1869.

I. Berthollets acide muriatique oxygéné.

Der erste Chemiker der antiphlogistischen Schule, welcher aus Versuchen den Satz ableitete, das Chlor (die „dephlogistisierte Salzsäure“ des Entdeckers Scheele) sei eine Sauerstoffverbindung, war Berthollet; wie er selbst angiebt, hatte Lavoisier seit Langem diesen Gedanken gehabt und auch ausgesprochen. Ueber die Veranlassung und die wesentlichen seiner Versuche wollen wir ihn selbst hören (aus den Mémoires de l'Académie v. 1785, April): „Die bedeutungsvollen Versuche, wodurch soeben die Natur des Wassers bestimmt worden, verbreiteten ein grosses Licht über die ganze Chemie; es kam mir vor, als sei das Phlogiston endlich eine unnütze Hypothese geworden, und da glaubte ich die dephlogistisierte Salzsäure, deren Eigenschaften meine angenommene Meinung zerstören oder befestigen konnten, neuen Experimenten unterwerfen zu sollen. Die hauptsächlichsten und fast einzigen Kenntnisse, welche man über jene Säure, als ich mich mit ihr befasste, besass, verdankte man den beiden berühmten Chemikern Scheele und Bergmann.“

„Ich glühte Braunstein bei starkem Feuer und erhielt daraus, wie man schon beobachtet hatte, eine grosse Menge Lebensluft, er verlor dabei den achten Theil seines Gewichtes. In diesem Zustande behandelte ich ihn mit der Salzsäure und bekam viel weniger dephlogistisierte Salzsäure. Also der Lebensluft des Braunsteins, die sich mit der Salzsäure verbindet, hat man die Bildung der dephlogistisierten Salzsäure zu verdanken. Der Braunstein kann sich nicht in einer Säure lösen, ohne dass er einen Theil seiner Lebensluft verliert; daher kommt es, dass die Schwefelsäure eine grosse Menge Lebensluft aus ihm entwickelt, wenn sie ihn auflöst. Hat aber

die Säure, welche den Braunstein auflöst, eine gewisse Affinität zur Lebensluft, so verbindet sich, während ein Theil mit dem Braunstein sich vereinigt, ein andrer Theil mit der Lebensluft, die sich aus ihm entwickelt. Diess hat Statt, wenn man die Salzsäure mit dem Braunstein behandelt."

So ergab sich für Berthollet die Entstehung des fraglichen Gases aus der Salzsäure als ein Oxydationsprocess. Die Reduction desselben durch das Sonnenlicht, gleichfalls damals gefunden, konnte diese Ansicht nur befestigen.

„Ich sättigte destilliertes Wasser mit dephlogistisierter Salzsäure, füllte damit ein Fläschchen, das durch eine Röhre mit einer pneumatischen Wanne in Verbindung stand und setzte es dem Sonnenlicht aus. Bald sah ich eine grosse Zahl kleiner Blasen sich entwickeln, und die Säure verlor allmählig ihre Farbe. In diesem Zustande zerstört die Flüssigkeit die blauen Pflanzenfarben nicht mehr, sondern röthet sie stark, wie die Salzsäure, mit fixen Alkalien braust sie auf, bewahrt einen Geruch nach dephlogistisierter Salzsäure, der kaum merklich ist; zuletzt ist sie fast ganz in gewöhnliche Salzsäure reduciert. Die Luft, welche sich während einiger Tage aus der dephlogistisierten Salzsäure entbunden, wurde, als ich sie über eine Lösung von Schwefelleber gebracht, absorbiert bis auf einen Fünfzehntel des Volumens, so dass es Lebensluft war, welche einen Fünfzehntel Stickstoff (mofette) ohne Zweifel aus dem Wasser und dem Apparat enthielt."

„Diese Versuche müssen die Zweifel zerstreuen, welche über die Natur der dephlogistisierten Salzsäure übrig bleiben konnten; sie beruht offenbar auf der Verbindung der Lebensluft mit der Salzsäure, aber (fügt Berthollet erklärend bei) in dieser Verbindung ist die Lebens-

luft eines Theils des Princips der Elasticität beraubt und haftet so schwach an der Salzsäure, dass die Wirkung des Lichts genügt, sie rasch von dieser freizumachen, weil es mit ihrer Basis mehr Verwandtschaft hat, als die Salzsäure." Die letztere Erklärung bringt Gründe vor, die niemals auf dem Wege der Erfahrung nachgewiesen worden, damals aber geläufig waren. Verfalle darum Niemand in jene „Missachtung früherer Ansichten, woran unsere Zeit so gewöhnt ist"[1]), sind wir doch nicht ganz überzeugt, dass unsere Nachkommen nach achtzig und einigen Jahren in unsern Erklärungen lauter reale Ursachen vorfinden werden.

Was aber die aus den mitgetheilten Versuchen abgeleitete Theorie anbelangt, so stellt sie die Grundlage der hier zu vertheidigenden Ansicht vom Chlor dar, wenn auch das, was die Anhänger derselben weiter hinzugefügt, schärfere Begriffe ermöglichte. Bevor wir hiezu übergehen, möge eine Aufklärung darüber noch Platz finden, was sich die Antiphlogistiker über die Constitution der Salzsäure gedacht. „Wiewohl man noch nicht dahin gelangt ist, die Säure, welche man aus dem Seesalz zieht, weder zu bilden, noch zu zerlegen, kann man dennoch nicht zweifeln, dass sie nicht, wie alle andern, aus der Verbindung eines säuerungsfähigen Grundstoffs mit dem Sauerstoff zusammengesetzt sei. Diesen unbekannten Grundstoff haben wir (in der Nomenclatur von 1787) base muriatique, radical muriatique genannt, indem wir diesen Namen nach dem Beispiele des Herrn Bergmann und des Herrn von Morveau aus dem lateinischen Wort *muria* entlehnten, das vor Alters dem Seesalz ist gegeben worden. Ohne also bestimmen zu können, welches genau die Zusammensetzung des acide mu-

---

[1]) Kopp.

riatique ist, werden wir unter dieser Benennung eine flüchtige (ec.) Säure bezeichnen, worin das säurungsfähige Radical so fest am Sauerstoff hält, dass man bis jetzt kein Mittel kennt, sie zu trennen".[1]) „Um dahin zu gelangen, müsste man einen Körper finden, für welchen der Sauerstoff mehr Verwandtschaft hätte, als für das Radical."[2]) Indem wir die hypothetischen Ansichten, welche Berthollet zu verschiedenen Zeiten über die Natur des radical muriatique aufgestellt, auf sich beruhen lassen, wollen wir nicht übersehen, dass den beregten Untersuchungen gemäss zwar das Chlor den Namen *acide muriatique oxygéné* erhielt, dass aber bereits in jenem mémoire aufmerksam gemacht wird, es könne dasselbe um des Verhaltens seiner wässrigen Lösung willen „als fast ganz des sauren Characters beraubt" angesehen werden. Später strich es Berzelius entschieden aus der Reihe der Säuren und nannte es Salzsäure-Superoxydul, während Schönbein neuerdings den Namen Muriumsuperoxyd vorgezogen hat, ein Name, welcher die z. B. dem Bleisuperoxyd analoge Constitution andeutet, insofern also nicht besser kann gewählt werden.

Dass man das unbekannte Radical zu isolieren wünschte, war für die damalige Zeit selbstverständlich. Im Jahre 1800 suchte der Engländer Henry, nachdem er die Salzsäure mehrmals, aber ohne Erfolg, über glühende Kohlen getrieben, durch Electricität eine Zersetzung zu verwirklichen. Das Resultat war auch hier der Hauptsache nach ein negatives. Immerhin fand er die (später bestätigte) wichtige Thatsache, dass das Salzsäure-Gas selbst in möglichst (über Chlorcalium) getrocknetem Zustande einen Antheil Wasser enthalte. Liess er nämlich

---

[1]) Lavoisier, Traité élémentaire de chimie. In der Ausgabe der Oeuvres von 1864: I S. 61.

[2]) S. 162 ebendaselbst.

die electrischen Entladungen auch durch solches Gas gehen, so bekam er neben Chlor und zersetzter Salzsäure doch immer noch Wasserstoffgas. Wasserfreie Säure ward keine zersetzt, selbst nicht, wenn dem getrockneten Salzsäuregase Kohlenwasserstoffgas war beigemischt worden. „Da nun," sagt er, „der Kohlenstoff, der so offenbar unter die günstigsten Umstände versetzt ist, um durch seine Verwandtschaft zum Sauerstoff diesen der Salzsäure (nämlich der wasserfreien) zu entziehen, dieses nicht vermag, so muss man schliessen, dass, falls (— wir rücken dem Zweifel näher —) die Salzsäure ein oxydierter Stoff ist, ihr Radical eine stärkere Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, als selbst der Kohlenstoff."[1])

Dass auch durch den galvanischen Strom das Ziel nicht zu erreichen war, hatte Henry schon früher dargethan. Im Jahre 1802 versuchte Humphry Davy das Salzsäure-Gas, das er in eine Röhre schloss, vermittelst Kohlenstückchen, die ein galvanischer Strom fast zwei Stunden weissglühend erhielt, zu reducieren; der Erfolg war derselbe.[2])

Der Theorie des acide muriatique oxygéné fügten die Arbeiten Gay-Lussacs und Thénards aus dem Jahre 1809 den Schlussstein bei. Beschäftigt mit der Frage, welche Gase Wasser in hygrometrischem Zustand und welche es in Verbindung enthalten können, kamen sie zunächst zu dem Ergebnisse, dass es nicht ein einziges gebe, welches gebundenes Wasser enthalte, ausser dem Salzsäure-Gas; dass nun aber weiter fraglich sei, ob dieses Wasser zur Constitution des Gases wesentlich sei oder nicht. Um hierüber ins Klare zu kommen, erhitzten sie u. A. ein Gemisch aus (glasiger) Borsäure und

---

[1]) Gilbert, Annalen VII S. 265 u. f.

[2]) „ „ XII S. 358.

(trockenem) Chlorsilber bis zur Weissgluth, allein kein Salzsäure-Gas entband sich. Schon bei dunkler Rothgluth aber ward solches frei, wenn sie Wasserdämpfe darüber gehen liessen, und reines Silberborat blieb zurück.

Nahmen sie Kohle statt Borsäure, so erhielten sie in letzterem, wie in ersterem Falle das nämliche Resultat. Freilich zeigte sich auch bei einer Kohle, die zuvor in heftigstem Schmiedefeuer geglüht worden, etwas Salzsäure-Gas, da selbst solche Kohle Wasserstoff enthält; überhaupt standen dieser Wasserstoff und die gebildete Salzsäure in proportionalem Verhältniss.

Liessen sie über also zubereitete glühende Kohle (getrocknetes) Chlor streichen, so bildete sich zwar aus dem angegebenen Grunde anfangs etwas gewöhnliche Salzsäure, aber nach einer Viertelstunde hörte jede Veränderung des durchgeleiteten Gases auf. Unpräparierte Kohle veranlasste eine weit länger andauernde bedeutende Entwicklung von Salzsäuregas.

„In Anbetracht dieser Experimente, inducierten sie, wird man mehr und mehr veranlasst zu glauben, dass die Salzsäure im Gaszustand nicht ohne Wasser existieren kann.“[1])

Dieser Schluss bestätigte sich ihnen dadurch, dass es nicht gelang, sogar im heftigsten Schmiedefeuer die geschmolzenen Muriate (Chlormetalle) des Bariums, Strontiums, Kaliums, Natriums und des Calciums durch (glasige) Borsäure oder saures (glasiges) Kalkphosphat zu zerlegen, während in mindrer Temperatur die Zersetzung vor sich gieng mit Hilfe von Wasserdampf. Aus den Muriaten der Erden vermochten sie ohne Weiteres und schon unter der dunkeln Rothgluth vermittelst Was-

---

[1]) Recherches physico-chimiques, II S. 102.

serdampf die Salzsäure auszutreiben, dagegen widerstanden die nämlichen, wenn wasserfrei, dem zersetzenden Einfluss der Borsäure und des sauren Kalkphosphats in höchster Temperatur.

Im Weitern bewiesen sie durch eine Reihe von Versuchen, dass die folgenden Körper eine Zerlegung des acide muriatique oxygéné herbeiführten:

1) Diejenigen Körper, welche, wie die Metalle, der Schwefel, der Phosphor, seine beiden Bestandtheile aufnehmen können.

2) Diejenigen, welche, wie der Kalk, Baryt, die metallischen Oxyde (Zinnoxyd, Silberoxyd, Manganoxydul etc.) seine wasserfreie Salzsäure binden, den Sauerstoff aber frei machen.

3) Diejenigen, welche Wassertoff enthalten: das Wasser selbst verhält sich ähnlich den unter Nr. 2 genannten Körpern, es verdrängt den Sauerstoff des acide muriatique oxygéné; die übrigen Verbindungen, sowie unverbundener Wasserstoff, bilden mit diesem Sauerstoff Wasser. So entsteht hier ohne, dort mit Entwicklung von Sauerstoffgas allemal das Constitutionswasser der freiwerdenden Salzsäure. (Sie machten den Versuch mit Wasserstoff selbst, mit Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Arsenikwasserstoff, mit Fetten, Harzen, Oelen, Alkohol, Aether, Stärkemehl, Zucker, Muskelfleisch; die resultierende Salzsäure wurde bald absorbiert, bald nicht.)

„Wie man also," fügen sie bei, „auch immer verfahren mag, man gelangt niemals dahin, dem acide muriatique oxygéné den Sauerstoff zu entziehen und isolierte wasserfreie Salzsäure zu erhalten. Daraus muss man schliessen, dass dieselbe, während man sie einst (vgl. die Erklärung Berthollets auf S. 276) für denjenigen Körper hielt, der die wenigste Affinität zum Sauerstoff habe,

im Gegentheil am meisten besitzt."[1]) Auch die Versuche eine Reduction des acide muriatique oxygéné mit schwefliger Säure, Stickstoffoxyd und Stickstoffoxydul, mit den Sulfiten des Bariums und Calciums, endlich mit Bor zu bewirken misslangen, wie nach dem früheren zu erwarten stand.

Der Zweifel, der sich schon in Henry geregt, ob nämlich die gewöhnliche und die oxygenierte Salzsäure überhaupt sauerstoffhaltig seien, musste sich nach diesen umfassenden Arbeiten in den beiden französischen Chemikern noch nachdrücklicher regen. Sie fühlten sich in der That zu dem Ausspruch veranlasst, dass das Gas (nämlich das Chlor) ein einfacher Stoff ist, und dass die Erscheinungen, die es zeigt, sich sehr gut nach dieser Hypothese erklären. Sie fügen aber bei: „wir werden uns jedoch durchaus nicht bemühen dieselbe zu vertheidigen, weil es uns scheint, als erklären sie sich noch besser, wenn man die oxygenierte Salzsäure für einen zusammengesetzten Körper ansieht."[2])

II. Das Chlorine Davys.

Einleitung.

Humphry Davy, der erste, welcher die am Schlusse des ersten Theils erwähnte neue Ansicht nicht bloss als eine mögliche, sondern als die wahrscheinlichere ergriff, veröffentlichte hierüber zwei Arbeiten (im Juli und im November 1810); die letztere brachte die Vorschläge für die Aenderung der Nomenclatur. Schon seit mehreren Jahren hatte er der eben so drängenden, als schwierigen Frage seine Aufmerksamkeit geschenkt, indem er sowohl auf galvanischem Wege, als auch auf chemischem

---

[1]) Recherches physico-chimiques, II S. 149.

[2]) Mémoires de la société d'Arcueil (1809), II S. 357. In den recherches physico-chimiques, II S. 172 stellen sie sich in gleicher Weise zur alten Lehre (1811).

das Salzsäure-Gas zu zerlegen versucht. Die Untersuchungen der beiden französischen Chemiker übten ohne Zweifel bedeutenden Einfluss auf einen völligen Bruch mit der alten Lehre; „einige aus der grossen Reihe ihrer Versuche," sagt er selbst, „sind denen ähnlich, welche ich selbst beschrieben hatte, die andern sehr interessanten sind ihnen eigen."[1])

Die Vorschläge zur Aenderung der Nomenclatur, welche Davy, wie erwähnt, zuletzt brachte, möchte ich im Gegentheil hier vorwegnehmen und diess aus Gründen der Deutlichkeit; auf diese Weise sind die Stimmen der Gegner, die wir in jedem Abschnitt, um diesen abzurunden, abhören werden, leichter zu verstehen. „Dephlogistisierte Salzsäure," sagt er, „ist eine Benennung, die für den jetzigen Zustand der Wissenschaften sich nicht mehr eignet. Ich bin mit einigen der vorzüglichsten chemischen Naturforscher zu Rathe gegangen; es schien uns am schicklichsten zu sein, einen Namen in Vorschlag zu bringen, der von einer der bekanntesten und am mehrsten characteristischen Eigenschaften der oxygenierten Salzsäure, von der Farbe derselben, entlehnt ist, nämlich Chlorine (oder chloric gas); ein Name, den man auch dann unverändert würde beibehalten können, wenn man künftig finden sollte, dass dieser Körper zusammengesetzt sei, ja selbst, dass er Sauerstoff enthielte." (Auf diesen Satz werden wir zurückkommen müssen.) „Von den mehrsten Salzen, welche man bis jetzt für salzsaure gehalten hat, wissen wir nicht, dass sie irgend einen Antheil Salzsäure oder irgend einen Antheil Sauerstoff enthalten. So findet sich in dem Spiritus Libavii, wenn gleich Wasser ihn in eine salzsaure Verbindung verwandelt, allein Zinn und oxygenierte Salz-

---

[1]) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 4

säure, und Hornsilber scheint unfähig zu sein in ein wahres salzsaures Salz verwandelt zu werden. Ich wage es, für die Verbindungen der oxygenierten Salzsäure mit verbrennlichen Körpern folgende Benennung vorzuschlagen: den Namen ihrer Basis mit der Endsilbe ane. Auf diese Weise würde Argentane Hornsilber, Stannane den spiritus Libavii, Antimonane Spiessglanzbutter, Sulphurane Thomsons schwefelhaltige Flüssigkeit, Phosphorane das Phosphorsublimat (Phosphorsuperchlorid) und so ferner bedeuten."[1]) Bezüglich des letzteren Vorschlags gesteht John Davy, der Bruder Humphrys, es sei sehr weislich, dass derselbe nicht befolgt wurde, da er nur Verwirrung würde herbeigeführt haben. Die Benennung Salzsäure (muriatic acid) für die Verbindung des Wasserstoffs mit oxygenierter Salzsäure (Chlorine) wollte H. Davy beibehalten wissen, ebenso die bisherige Weise für die Combinationen derselben mit den Oxyden nach Art der andern Neutralsalze. Salzsaures Ammoniak, salzsaure Magnesia u. s. f. seien auch in der neuen Ansicht dieser Gegenstände vollkommen richtige Ausdrücke. Es ist hier kaum nöthig zu sagen, dass sich das Neue in der Ansicht „dieser Gegenstände" einzig auf die Constitution der Salzsäure in denselben bezieht, die nicht mehr als Verbindung von Murium und Sauerstoff, sondern als Verbindung von Wasserstoff und Chlorine gelten soll. Das heutige Chlorammonium war aber darum noch salzsaures Ammoniak, weil, während das Kali, mit Salzsäure behandelt, Wasser entstehen liess, die neugebildete feste Verbindung folglich nur Chlorine-Kalium sein konnte, das Ammoniak unter denselben Umständen keine Wasserbildung veranlassen konnte und damals noch als solches für eine Salzbasis angesehen ward. Die salzsaure

---

[1]) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 86.

Magnesia aber lieferte beim Erhitzen Salzsäure unter Zurücklassung von Magnesia, Davy zweifelte nicht, dass beide einfache Educte seien.

Hätte Davy nicht gegen die französische, wie gegen alle Nomenclatur, eine Abneigung gehabt, so würde er statt „Chlorine“ das so nahe liegende „Halogen“ haben wählen müssen, besonders aber statt „muriatic acid“, „argentane“ etc. Bezeichnungen, welche, den heute gebrauchten ähnlich, über die Constitution keinen Zweifel liessen. Allein Davy hielt auch in späterer Zeit die Chemie für noch lange nicht fähig eine Nomenclatur nach strengen wissenschaftlichen Grundsätzen anzunehmen.[1]) Liegt nun dem auch die sehr beherzigenswerthe Wahrheit zu Grunde, dass niemals bei der Aufstellung einer Nomenclatur die Wissenschaft unfehlbar abgeschlossen sein wird, dass die Natur fortwährend Stoff für beinahe endlose Untersuchungen darbietet, die ihre Grenzen nur in den Schranken unseres Geistes finden, „dass wir von den eigentlichen und wahren Elementen der Natur gar nichts wissen,“ wie Davy grundsätzlich annimmt, so ist es doch sicherlich einseitig zu nennen, jeden theoretischen Einfluss auf Namenbildung verbieten zu wollen und den Chemikern zu empfehlen bei nothwendig werdenden Namensveränderungen „sich lediglich willkürlicher (wie also z. B. das Beiwort muriatic, die Endsilbe ane) Bezeichnungen zu bedienen, um die Classe anzudeuten, zu welcher zusammengesetzte oder einfache Körper gehören.“[2])

Der Ausdruck „muriatic acid“ kann aber nicht blos als willkürliche Bezeichnung auffallen, sondern auch darum, dass er, von Lavoisier gebildet, immerfort an die

---

[1]) Denkwürdigkeiten aus dem Leben Sir Humphry Davys, von seinem Bruder John Davy. Deutsch von K. Neubert, II S. 286.

[2]) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 89.

Begriffe der verworfenen Muriumtheorie erinnern musste. Davy ist aber mit Grund dabei geblieben, da er doch die vormals allgemein adoptierte Benennung Priestleys „marin acid", welche sicherlich nicht „aus der Theorie geschöpft" war, wieder hervorziehen konnte. Er hält es nämlich überhaupt für räthlich, „die Annahme irgend einer neuen Benennung für solche Verbindungen (Salzsäure und Salzsäure-Salze) für's Erste noch auszusetzen. Es ist möglich, dass die oxygenierte Salzsäure ein zusammengesetzter Körper sei, und dass sie mit dem Sauerstoff ein gemeinsames Element habe; bis jetzt aber haben wir nicht mehr Recht auszusagen, die oxygenierte Salzsäure enthalte Sauerstoff, als zu behaupten, Zinn enthalte Wasserstoff. (Diess klingt heute absurd, damals aber hatte die Behauptung von der letzten phlogistischen Zeit her noch Anhänger, und Davy selbst räumte ihr, wie wir bei der Analogie der Salze sehen werden, eine Möglichkeit ein.) Namen sollen aber Sachen und nicht Meinungen ausdrücken, und bevor nicht ein Körper zersetzt ist, müssen wir ihn für einfach nehmen."[1])

Man muss dieses grosse Gewicht, welches Davy mehr, als Andere, den „Sachen" gegenüber den „Meinungen", den thatsächlichen Gründen gegenüber den theoretischen, wie die Schlüsse der Analogie, einräumt, ins Auge fassen, um sowohl sein Verfahren bei Veränderungen in der chemischen Sprache zu begreifen, als auch hauptsächlich sein Vorgehen in der Chlorfrage, dass nämlich die Initiative zu der chloristischen Ansicht gerade durch ihn erfolgte.

1. Das Verhalten des fraglichen Körpers zu glühender Kohle.

Die Unmöglichkeit die oxygenierte Salzsäure durch

---

[1]) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 88, Anm.

glühende Kohle zu zerlegen, was schon Henry, dann Gay-Lussac und Thénard, soweit es ihnen möglich war, dargethan, hat Davy in endgültiger Weise festgestellt: er liess den 2000paarigen electrischen Tragapparat der Royal Institution in London sich durch zwei Kohlenspitzen entladen, welche in trockenem Chlorgas in Berührung mit einander gesetzt waren, ohne dass weder die Kohle noch das Gas eine Veränderung dadurch erlitten.

In diesem Experimente sah Davy „eine der merkwürdigsten Thatsachen“ und begann zu zweifeln,[1]) ob sich denn wirklich in der oxygenierten Salzsäure Sauerstoff befände, ein Zweifel, der, wie schon erwähnt, schon bedeutend entwickelt sein musste durch die Untersuchungen Gay-Lussacs und Thénards.

Glaubte Davy auf diesem Wege den sämmtlichen Sauerstoff des acide muriatique oxygéné zu reducieren, so lässt sich mit den damaligen Antichloristikern noch heute erwiedern, das Radical Murium habe ein grösseres Vereinigungsstreben zum Sauerstoff, als die Kohle, „welches weder unwahrscheinlich, noch ohne Beispiel ist. Wenn daher dieses Factum auf der einen Seite für die neue Lehre zu s p r e c h e n s c h e i n t, so kann es auf der andern Seite doch in der That nichts gegen die Richtigkeit unserer ältern Meinungen b e w e i s e n.“[2]) Ob von den Oxyden, welche damals durch glühende Kohle nicht reduciert werden konnten, nämlich von den alkalischen und den eigentlichen Erden, sowie von der Bor- und der Kieselsäure[3]) seither eines oder einige auf diesem Wege desoxydiert worden, weiss ich nicht sicher, möchte es aber eher bezweifeln; von der Baryterde sagt das Hand-

---

[1]) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 5.

[2]) Berzelius in Gilberts Annalen, L S. 359.

[3]) Ampère, Annales de chimie et de physique, I S. 391 (1816).

wörterbuch, von der Kieselsäure Berzelius Lehrbuch bestimmt das Gegentheil. (Ein Gemisch von Kohle und Eisen oder Kupfer desoxydiere allerdings die Kieselsäure zu Kieseleisen oder Kieselkupfer).

Gäbe es aber auch unter den unbestrittenen Sauerstoffverbindungen nicht eine einzige, welche durch glühende Kohle nicht desoxydiert würde, so wäre dadurch die Unwahrscheinlichkeit eines Sauerstoffgehalts des Chlors angesichts der vielen Gründe einer Wahrscheinlichkeit doch gewiss noch nicht bewiesen, sei es dass das Murium wirklich an Vereinigungsstreben zum Sauerstoff die Kohle übertrifft, oder dass irgend eine noch unbekannte Ursache gerade diese Reduction hemmt. So protestiert Ampère[1]) dagegen, das Kalium um der einzelnen Erscheinung willen mit Wasserstoff eine übrigens unsichere Verbindung zu geben von den Metallen weg zu den Nichtmetallen zu ordnen. „Wenn man," sagt er, „die Verbindung auch annimmt, so sollte man doch daraus nicht folgern, dass das Kalium von den andern Metallen darf getrennt werden, das Ganze seiner Eigenschaften widerstreitet diesem zu vollständig. Diess eine Merkmal würde eine einfache Ausnahme sein, und gerade hierin müssen sich die Principien einer natürlichen Classification durchaus entfernen von denen einer künstlichen Anordnung. Bei dieser letztern hat man sich ausschliesslich auf die Charactere zu beziehen, die man gewählt hat; in einer natürlichen Classification dagegen steht ein Gesetz über allen Rücksichten dieser Art: so allgemein ein Merkmal sein mag, allein kann es nicht genügen, um einen Körper von der Stelle wegzunehmen, die ihm eine grosse Zahl unbestrittener Analogieen zuweisen."

---

[1]) Essai d'une classification naturelle pour les corps simples, Ann. de chimie et de physique, I p. 379.

Aus einer gewissen Stelle scheint indess hervorzugehen, dass Davy nicht den sämmtlichen Sauerstoff durch die glühende Kohle zu reducieren hoffte, sondern blos denjenigen, welcher zu der wasserfreien Salzsäure (MuO) tretend, das Muriumsuperoxyd (MuO^2) bildet: „Dieser Versuch (mit der glühenden Kohle),“ sagt er, „den ich mehrmals wiederholt habe, erregte in mir den Zweifel, ob die oxygenierte Salzsäure überhaupt Sauerstoff enthalte, wenn man gleich annimmt, dass sie des Sauerstoffs mehr, als irgend ein anderer Körper, in einem Zustande in sich schliesse, in welchem er die Verbindung sehr leicht verlasse.“[1]) Berthollet, von welchem, wie wir (S. 276) sahen, diese Annahme sich hergeleitet hat, legte aber nur dem zweiten Atom Sauerstoff (nach moderner Anschauung) diese leichte Uebertragbarkeit zu.

Hier sind zwei Erscheinungen in Betracht zu ziehen. Das eine Mal wirkt die Kohle, und zwar nicht erhitzte, sondern solche, wie wir sie in gewöhnlicher Temperatur haben, auf das Chlor in jener räthselhaften „catalytischen“ Weise, Kohlensäure wird keine gebildet, der Sauerstoff, den die Chloristiker aus Wasser, ihre Gegner aus dem Superoxyde ableiten, wird als solcher frei. Da die Lehre vom Ozon hier wenigstens einiges Licht geschaffen hat, wird diese Erscheinung besser für den folgenden 3. Theil verspart. Die zweite Erscheinung zeigt folgender Versuch: „Bringt man eine erhitzte, aber nicht glühende Kohle in Chlorgas, das über Wasser aufgesammelt und also feucht ist, so entzündet sie sich und es wird Kohlensäure und Chlorwasserstoffsäuregas gebildet. Man erklärte diese Erscheinung lange Zeit so, dass das Chlor von der Kohle zu Salzsäure reduciert werde, während die Kohle auf Kosten seines überschüs-

[1]) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 5.

sigen Sauerstoffes zu Kohlensäure verbrenne; aber Humphry Davy zeigte, dass in diesem Falle Wasser gegenwärtig sein müsse, und dass sich dessen Wasserstoff mit Chlor und dessen Sauerstoff mit Kohlenstoff verbindet."[1]) Dass hier das Wasser gegenwärtig sein müsse, um durch seine Bestandtheile den genannten Process zu ermöglichen, ist um so weniger erwiesen, je mehr der Fälle ermittelt sind, in welchen die Gegenwart des Wassers, ohne dass es irgend eine Zersetzung erlitte, überhaupt chemische Action ermöglicht. Damals waren solcher Fälle nur sehr wenige bekannt, heute aber sind es eine nicht mehr geringe Anzahl. Berzelius z. B. führt folgenden (1815) an: „Bringt man gebrannten, wasserleeren Kalk in getrocknetes kohlensaures Gas, so wird das Gas nicht, oder doch so gut als gar nicht verschluckt; lässt man aber Wasserdampf zutreten, so wird es in wenigen Minuten eingeschlürft, obgleich das Wasser kein Bestandtheil des kohlensauren Kalkes ist." „Man ist," sagt er „bezüglich einer Erklärung, noch nicht mit dieser Wirkung des Wassers im Reinen, und von allen den theoretischen Ausschweifungen, welche der Versuch, sie zu erklären, veranlasst hat, ist sicher keine die richtige."[2]) Bemerkenswerth in dieser Hinsicht sind noch folgende Beispiele. Die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure condensieren sich auf Stücken von wasserfreier Kalkerde, ohne dass eine Verbindung entsteht. Wasserfreie Baryterde absorbiert kein trockenes, wohl aber feuchtes Kohlensäuregas. Schweflige Säure und Schwefelwasserstoff liefern nur dann Wasser und Schwefel, wenn Wasser gegenwärtig ist. Die Rasenbleiche braucht zum Entfernen der Farbstoffe in der Pflanzenfaser noth-

[1]) Berzelius (nachdem er, der letzte, 1820 Chloristiker geworden) im Lehrbuch, Artikel: Chlorkohlenstoff.

[2]) Gilbert, Annalen, L S. 887.

wendig Wasser, und die Chemiker denken nicht daran, auf die Bestandtheile des Wassers in diesem Vorgange zu greifen, wohl aber, wenn das Chlor statt des beleuchteten Sauerstoffes bleicht. Aehnlich, wie die Rasenbleiche, geht die langsame Oxydation so vieler organischer Stoffe nur in feuchtem Sauerstoffe vor sich. Selbst das Kalium hält sich in völlig trockener Luft bekanntlich auf unbestimmt lange Zeit rein, und die so kräftig oxydierenden Permanganate bleiben, falls sie völlig wasserfrei sind, in trockenem Schwefelwasserstoffgase gänzlich unverändert, gleich wie dieses selbst. Schweflige Säure als getrocknetes Gas wirkt auf die getrockneten Superoxyde des Bleis, Mangans etc. nicht ein.

Die erwähnte Ansicht vom Bleichen durch Chlor, von Davy stammend,[1]) hat die Consequenz für sich: überall, wo Chlor als Oxydationsmittel benützt wird, sei es der in dem stets gegenwärtigen Wasser vorhandene Sauerstoff, welcher nach erfolgter Vereinigung des Chlors mit dem Wasserstoff, die Oxydation, beim Bleichen die des Farbstoffes, bewirke. Andere dagegen, das Gewaltsame einsehend, liessen das Wasser unzersetzt und nahmen an, das Chlor nehme Wasserstoff direct aus den ungleich leichter, als das Wasser, zersetzbaren organischen Stoffen. Die Vortheile beider Ansichten verbindet die Muriumtheorie: Das Wasser, sagt sie, hat in allen Oxydationsprocessen des Muriumsuperoxydes, gleichwie in jenen des Sauerstoffs und unzweifelhafter Oxyde, den chemischen Prozess nur einzuleiten, Wasser wird überall keines zersetzt. (Dass das zweite Aequivalent Sauerstoff in dem genannten Superoxyde activer Sauerstoff sei, darüber im dritten Theile ein Mehreres.) Nach diesem Gesetze stellt sich auch das Verhalten der erhitzten,

---

[1]) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 80.

nicht glühenden Kohle zum Chlor als ein Oxydationsprozess in folgender Weise dar (wobei das Wasser in erster Linie den sich vereinigenden Elementen gleichsam als Brücke dient, in zweiter von der wasserfreien Muriumsäure gebunden wird):

C und 2 MuO^2 und 2 HO geben:

CO^2 und 2 MuO, HO.

(Oder richtiger nach den neueren Untersuchungen:

C und 2 MuO⊖ und 2 HO geben:

CO^2 und 2 MuO, HO.)

2. Das Verhalten des fraglichen Körpers zu Metalloxyden.

Eine, wie ihm däucht, unwiderlegliche Thatsache zu Gunsten der Einfachheit seines Chlorine führt Davy mit folgender Frage auf: „Wenn oxygenierte Salzsäure auf Oxyde einwirkt, treibt es entweder den Sauerstoff derselben aus, oder veranlasst ihn in neue Verbindungen zu treten. Wollte man behaupten, der Sauerstoff rühre in diesen Fällen von der oxygenierten Salzsäure und nicht von den Oxyden her, so lässt sich fragen, warum die Menge desselben immer genau der in dem Oxyde enthaltenen Menge gleich ist."[1])

Darauf hat nun schon Berzelius abschliessend geantwortet, indem er darauf hinweist, „dass, wenn die oxygenierte Salzsäure der ältern Meinung gemäss eine Verbindung von Salzsäure mit überschüssigem Sauerstoff ist, die Sauerstoffmenge, welche sie beim Verbinden mit Salzbasen hergiebt, genau ein Sechstel von der sein muss welche die Salzsäure im (damals sogen.) überoxydiertsalzsauren Kali (KO, MuO^7 oder richtiger KO, $MuO⊖^6$; Kaliumchlorat) beim Glühen fahren lässt, und ebenso viel, als sich in einer jeden Basis befindet, von der die

[1]) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 78.

in der oxygenierten Salzsäure befindliche Salzsäure gesättigt würde."[1])

Berzelius unterlässt nicht, wie billig, Davy zu entschuldigen. „Man denke sich," sagt er, „in die Zeit zurück, als Davy diese vermeinte Entdeckung machte; seine Schriften zeigen, dass er damals mit den Resultaten der Versuche über die festen Mischungsverhältnisse so gut als völlig unbekannt war. Diese Lehre ist seitdem in einem bedeutenden Umfange bearbeitet (namentlich durch Berzelius selbst) und, wie ich glaube, ziemlich gut bestätigt worden."[2])

3. Das Verhalten des fraglichen Körpers zum Ammoniak.

Das hier anzuführende Experiment wurde, als Davy 1812 zu Edinburg war, vor einer Versammlung von Naturforschern vorgeführt und gewann der neuen Lehre den Vorrang.[3])

Es muss im Voraus an den schon erwähnten Punkt erinnert werden, dass damals allgemein das Ammoniak an und für sich als dem Kali entsprechende Salzbasis betrachtet ward. „Es wird gesagt," führt Davy an, „und von vielen Chemikern als Thatsache angenommen, dass oxygenierte Salzsäure und Ammoniak, wenn sie aufeinander einwirken, Wasser bilden. Ich habe den Versuch mehrere Mal angestellt und mich überzeugt, dass diese Wirkung nicht Statt findet. Vermischt man 15 bis 16 Theile oxygenierte Salzsäure mit 40 bis 45 Theilen Ammoniak, so condensieren sich beide Gasarten fast ganz mit einander, und das Product ist ausser 5 bis 6 Theilen Stickgas wasserfreies salzsaures Ammoniak." Die

---

[1]) Gilbert, Annalen, L S. 361.

[2]) Gilbert, Annalen, L S. 360.

[3]) Whewell, Geschichte d. induct. Wissenschaften, deutsch von J. J. v. Littrow III S. 170. Vgl. Kopp im Geschichtswerk III S. 358.

bewussten Chemiker nahmen an, der Sauerstoff, welcher in der oxygenierten Salzsäure enthalten sei, entziehe einem Theil des Ammoniaks Wasserstoff und bilde damit Wasser, eine Annahme, die nach der alten Lehre richtig ist; von diesem Wasser aber glaubten sie auf Grund mangelhafter Experimente, es schlage sich als Thau in den Gefässen nieder. Daraus, dass sich in der That keines niederschlägt, folgerte Davy, es sei eben in der oxygenierten Salzsäure kein Sauerstoff enthalten. Pflichteten ihm nun auch Gay-Lussac und Thénard darin bei, dass sich wirklich kein Wasser zeige, so hielten sie dennoch fest an einer Wasserbildung, wie sie die alte Lehre annahm. Dasselbe, erklärten sie,[1]) komme nur darum nicht zum Vorschein, weil das entstehende Ammoniakmuriat (H^3N, $MuO + HO$ nach dieser Anschauung) dasselbe als integrierenden Bestandtheil nöthig habe. Um dieses Constitutionswassers willen war nun freilich die Analogie der Zusammensetzung dieses Salzes und der der Muriate des KO, BaO etc. (KO, MuO etc.) aufgehoben. Allein eine solche konnten auch die Andern nicht zu Gunsten ihrer Ansicht anführen, denn, während das in Rede stehende Salz eine Verbindung von Ammoniak und Salzsäure war, bestanden jene andern Verbindungen nach ihrer Ansicht aus K, Ba etc. und Chlorine. Dagegen hatte freilich die alte Lehre für die Gruppe der Ammoniaksalze nunmehr eine einheitliche Formel: H^3N, $(R + xO) + HO$, die neue entbehrte einer solchen. Was schliesslich den Grund betrifft, aus welchem gerade das Ammoniakmuriat zu seiner Existenz Wasser bedurfte, so beobachten allerdings die beiden Chemiker hierüber Stillschweigen. Eben so wenig wussten aber die Gegner zu sagen, warum die auch von ihnen anerkannten Sauer-

[1]) Ihre recherches physico-chimiques, II S. 170.

stoffsalze des Ammoniaks Wasser als unfehlbaren Bestandtheil besassen, während das salzsaure Ammoniak, da denn doch schon H^3N als Salzbasis (bis 1820) galt, keines nöthig hatte.

4. Die schwierigsten Desoxydationen.

Von den Verbindungen des Chlorine mit den verbrennlichen (seiner Zeit s. v. a. oxydierbaren) Körpern nahm Davy an, dass sie „grösstentheils durch Wasser zersetzbar seien.“[1]) Diese von der heute herrschenden Ansicht so abweichende Annahme glaubte er nicht weiter begründen zu sollen. Brachte er z. B. Chlorine-Kalium mit Wasser zusammen, so war ihm aus Erfahrung die grosse Affinität des K zum Sauerstoff bekannt, welche in ihrem Bestreben das Wasser zu zersetzen noch von der grossen Affinität des Chlorine zum Wasserstoff sowie von der des Kali zur Salzsäure unterstützt wurde. Der Unterschied zwischen diesem in Wasser gelösten salzsauren Kali und dem muriumsauren Kali wird Niemandem entgehen; er besteht in einem Aequivalent Wasser, welches jenes erstere mehr enthält.

$$KO\,,\underbrace{Mu\,OO}_{Cl}H \qquad\qquad KO\,,Mu\,O$$

Diese Ansicht hielt sich Jahre lang und ward allgemein angenommen. Dasselbe chlorwasserstoffsaure Kali entstand aber auch, wenn KO und Salzsäure (flüssige) gemischt wurden; man glaubte also hier nicht, wie heute, an eine wechselweise Zersetzung beider unter Bildung von KCl und HO. Als dann Ende 1813 das Jod bekannt wurde, ward ein analoges Verhalten seiner Verbindungen mit den Metallen und Wasser angenommen; dessgleichen sollten Jodwasserstoffsäure und Kali jodwasserstoffsaures Kali (bei den Franzosen hydriodate de

---

[1]) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 22.

potasse analog dem hydrochlorate de potasse) bilden, nicht aber Jodkalium und Wasser. In seiner grösseren Arbeit über das Jod (1814) giebt sich Gay-Lussac Mühe diese Ansicht als die thatsächliche darzuthun, weil sich bereits Zweifel gegen ihre Wahrscheinlichkeit erhoben hatten; man wird aber nicht viel mehr als blosse Behauptungen darin finden. Die Verbindungen von Jod und Kupfer, Blei, Quecksilber (beide), Silber, Wismuth, Gold und Platin führt er als Jodüre auf, als Chlorüre ausser den entsprechenden noch das Chlorsilber und die Protochlorüre des Quecksilbers und des Kupfers.[1]) Bezüglich der zwei letztern muss er aber eine Anmerkung anfügen: „sie sind unlöslich," heisst es da, „während die Deutochlorüre sehr löslich sind. Obwohl man diesen Unterschied in der (— von Gay-Lussac angenommenen —) Hypothese, dass die Chlorüre nur insoweit sich im Wasser lösen, als sie es zersetzen, erklären könnte, scheinen mir diese Thatsachen der andern Hypothese günstiger, dass die Chlorüre sich im Wasser lösen können, ohne es zu zersetzen." Zu dieser Concession ward er offenbar dadurch genöthigt, dass die gleichen Affinitäten, ob nun das Protochlorür oder das Deutochlorür in Wasser gebracht wurde, ins Spiel kamen, gleichwohl aber bei dem erstern eine Lösung als Folge einer Wasserzersetzung nicht Statt hatte. Und so stellte er im Widerspruch damit, dass er wiederholt auf den Zusammenhang zwischen Wasserzersetzung und Löslichkeit gedeutet hatte, das vage Endergebniss auf: „ich gebe im Princip zu, dass man ein Hydrochlorat oder ein Chlorür in Lösung haben muss, je nachdem die Kräfte, welche eine Wasserzersetzung bedingen, grösser oder kleiner sind, als

---

[1]) Mémoires de l'Institut, année 1812 (1816 erschienen), IIe partie, p. 101 und 103.

die, welche dieser Zersetzung entgegenstreben."[1]) Wie viele und welche der Chlorüre und Jodüre hienach ausser den angeführten dieses auch in wässriger Lösung blieben, wird nicht gesagt.

Chevreul, welcher die Einfacheit des Chlors lange bezweifelte, beobachtete, dass die durch directes Zusammenbringen von Eisen, Kupfer, Kobalt und Nickel mit Salzsäure- oder Chlorgas erhaltenen metallischen Verbindungen in trockenem Zustande zwar eigenthümliche Färbungen zeigen, in Wasser gelöst jedoch ganz dasselbe Aussehen haben, wie die Lösungen der Sulfate, Nitrate etc. der bezüglichen Metalle.[2]) Gay-Lussac forderte Chevreul auf, diese Beobachtungen zu veröffentlichen, und, wiewohl Gay-Lussac hiebei an eine Umwandlung von Clorüren in Hydrochlorate glaubte, während Chevreul das Richtige ahnte und an blosse Hydratbildung dachte, so ist doch hier die Hauptsache die, dass Beide die Chemiker davon abbringen wollten, als seien Chlorüre in wässriger Lösung enthalten.

Derselben Ansicht huldigte noch 1816 Ampère. Bei Gelegenheit seiner Vorschläge, welche bezweckten den Namen „Fluor" in „Phthor" umzutauschen, sagt er von den Hydrophthoraten: sie „werden sich in Phthorüre umwandeln, wenn sie des Wassers beraubt sind."[3])

Diese Consequenz, so wie sie sich für Davy aus den Affinitätsverhältnissen zwischen den Elementen der Chlorinemetalle und denen des Wassers ergab, so wie sie dann bei den französischen Chemikern durch den Umstand unterstützt wurde, dass sie die Annahme einer analogen Constitution zwischen Haloid- und Sauerstoffsalzen wenigstens für den gelösten Zustand ermöglichte, musste

[1]) in dem citierten mémoire, p. 144.

[2]) Annales de chimie, XCV p. 308.

[3]) Annales de chimie et de physique, II p. 24.

sich mehr und mehr schwächen durch die Ueberzeugung, die, wie man finden sollte, so leicht zu gewinnen ist, dass nämlich das Lösen auch dieser Körper in Wasser, sowie ihr Festwerden durch Abdampfen desselben, blosse physicalische Acte seien. Diess hatten auch Gay-Lussac und Thénard sofort im Jahre 1811 gegen Davy geäussert, als sie noch auf antichloristischer Seite standen: Aus seiner Ansicht sagen sie, „würde folgen, dass in einer Menge von Fällen die Salzsäure zerlegt und wieder gebildet (resp. Wasser gebildet und wieder zerlegt) würde; verbände man z. B. dieselbe mit einem Metalloxyd und trocknete dann die Verbindung, so müsste man die Säure zersetzt (Wasser gebildet) werden lassen. Brächte man hierauf die Verbindung in Wasser zur Lösung, so müsste man dann wieder eine Bildung der Salzsäure (Wasserzersetzung) annehmen.“[1])

In ähnlicher Weise polemisierte Berthollet, machte z. B. auf das Gezwungene aufmerksam, dass die Chloristiker beim Absorbieren des Wassers durch Chlorine-Calcium eine gleichzeitige Zersetzung desselben annehmen, und sagt dann über die Zersetzung des Argentane (Chlorsilbers) durch Kalilösung, welche sich die damaligen Chloristiker also vorstellten:

$$\begin{array}{c} \text{Cl Ag} \\ \underbrace{\;\;|\;\;\;\backslash\;}_{} \\ \text{KO, HO} \end{array} \qquad \text{(Producte: KO, HCl u. AgO)}$$

„Man findet hier nicht die geringste Anzeige von Zusammensetzung und von Wasserzersetzung; aber man vermuthet sie aus dem Bedürfniss der Hypothese: man vermuthet aufs Mal die schwierigsten Desoxydationen, welche zuzugeben sind, und Oxydationen, welche durch keine Erscheinung angekündet werden.“[2])

[1]) Recherches physico-chimiques, II p. 173.

[2]) Annales de chimie, LXXX p. 133 (1811).

Berthollet geht hier bereits einen Schritt über das hinaus, wovon zuvor die Rede gewesen, er hat nicht mehr ausschliesslich die chemischen Processe im Auge, welche das Auflösen und Wiederfestwerden der Chlormetalle begleiten sollten, sondern zieht das Verfahren mit den Elementen des Wassers überhaupt in den Bereich seines Tadels, das, nachdem die chloristische Theorie die Existenz von Hydrochloraten etc. aufgegeben, nur aufgeschoben, nicht aufgehoben ist. Nachdem wir noch einige Blicke auf diese Existenz geworfen, wollen wir alsbald hier wieder anknüpfen.

Gay-Lussac trug noch 1815 kein Bedenken anzunehmen, dass in wässriger Lösung nur blausaures Kali existiere und nicht Cyankalium, mögen nun direct Blausäure und Kali oder Wasser und solches Cyankalium, wie es durch Erhitzen von Kalium in Blausäure-Dämpfen erhalten wird, zusammengebracht werden.[1])

Berzelius erhob sich zwar in dem letzten Documente, in welchem er die oxygenierte Salzsäure befürwortete (in dem 2. Theil seines Lehrbuchs, welches im Jahre 1820 zum ersten Mal in deutscher Sprache erschien), gleich wie Gay-Lussac und Thénard und der vorhin erwähnte Berthollet, gegen dieses Umgehen mit den Elementen des Wassers. Allein den Cyanmetallen gegenüber wurde er schwankend. „Das trockene blausaure Quecksilberoxyd,“ sagt er, „enthält jedoch keine Blausäure mehr; denn sollte es auch wirklich noch eine Verbindung von Quecksilberoxyd mit Blausäure sein, so wird diese Verbindung wenigstens im Augenblicke der Krystallisation zerstört, und die angeschossenen Krystalle sind eine Verbindung von Quecksilber mit gekohltem Stickstoff, welche etc.“[2]) Zu dieser Con-

[1]) Annales de chimie, XCV p. 136, 161, 180.

[2]) a. a. O. S. 808.

cession mochte ihn die Analogie zwischen der Lösung der fraglichen Verbindung und den Lösungen der anerkannten Sauerstoffsalze des Quecksilbers bestimmen, dieser gegenüber mussten die Elemente des Wassers die sonst verpönte Zersetzung erleiden. Merkwürdiger Weise aber räumte Berzelius noch in demselben Werke ein, dass die „eisenhaltigen blausauren Salze“ (heute: Ferrocyanmetalle), deren Kalisalz Gay-Lussac 1815 (in seiner grossen Abhandlung über die Blausäure) für eine Verbindung von blausaurem Kali und blausaurem Eisenoxydul erklärt hatte[1], nicht nur in wasserfreiem Zustande, sondern auch in wasserhaltigem, womit sowohl das Krystallwasser, als auch das zur Auflösung nöthige Wasser gemeint sind, eigentliche Cyanmetalle wären. „Wir werden,“ sagt er, „zu dieser Vermuthung dadurch berechtiget, dass, da diese Verbindungen, so wie es mit dem Kalisalz der Fall ist, diejenige Quantität Wasser enthalten, welche zu Verwandlung der Metalle in Oxyde und des Stickstoff-Kohlenstoffs in Blausäure erforderlich ist, dieses Wasser ebenso leicht und noch leichter als das Krystallwasser vieler Salze entweicht, und im luftleeren Raum bei allen Temperaturen verdunstet; wodurch bewiesen ist, dass sich dasselbe als Wasser darin befinden muss, und dass dessen Bestandtheile auf keine andere Weise gebunden sein können.“[2]) Angesichts dieser Thatsache glaubte Berzelius nicht umhin zu können der neuen Lehre folgende Concession su machen: „Daher ist die neue Theorie von der Salzsäure und dem Salzsäure-Superoxydul (Chlor) auch auf die blausauren Salze und den Stickstoff-Kohlenstoff in allen ihren Punkten ganz vollkommen anwendbar, und, wenn sich dieselbe

---

[1]) Annales de chimie, XCV p. 225.

[2]) in der genannten Ausgabe des Lehrbuchs, S. 831.

hier factisch beweisen lässt, so hat diess natürlicher Weise viel dazu beigetragen, die Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit in Bezug auf Salzsäure, Flusssäure und Jodsäure bei denjenigen zu vermehren, welche dieser Theorie vor der ältern den Vorzug geben zu müssen glauben.“[1])

So brach bei Allen die spätere chloristische Ansicht durch, welche keine Hydrochlorate etc. mehr anerkennt: nachdem hauptsächlich die Analogie der Salze, wovon im nächsten Abschnitt die Rede sein wird, „die schwierigsten Desoxydationen“ geläufig gemacht, blieb doch, wie wir nun sogleich sehen werden, während jene Analogie auch für den gelösten Zustand bald nicht mehr Geltung fand, dieses Umspringen mit den Elementen des Wassers (und ähnliche schwierigste Desoxydationen) fortbestehen. Das sich aufdrängende Bewusstsein aber, dass Zinkchlorür und Zinksulfat sich so nahe, als möglich, stehen, ward mit dem Wort „Haloidsalz“ beschwichtigt. Indem man nämlich auf die Lösungen der Haloidsalze saure oder basische Oxyde oder Lösungen andrer Salze einwirken lässt, — und diess wird wohl zu dem Häufigsten gehören, was man mit jenen vornimmt, — werden Processe eingeleitet, in denen die vordem sog. einfache oder doppelte Wahlverwandtschaft ins Spiel kommt; dass bei diesen Zersetzungen für die spätere Ansicht „die schwierigsten Desoxydationen“ nicht weggefallen sind, geht leicht aus folgenden Anordnungen hervor:

I	II
KO,SO^3	KO,SO^3
| \	\ \/
HCl,BaO	Cl Ba

[1]) a. a. O., S. 831.

Die I Ansicht liess bereits beim Einführen des Chlorine-Barium in Wasser dieses zersetzen, die II muss jetzt Kali zersetzen. Es bleibe dem Leser überlassen, sich zu sagen, welches die schwierigere Desoxydation sei.

I	II
HO, SO^3	HO, SO^3
HCl, BaO	$Cl\ Ba$

Hier ist es dasselbe Wasser, welches I wie II zersetzen lässt.

Wirkt drittens eine Base auf ein gelöstes Haloidsalz, so haben wir:



Hier hat die I, wie in dem ersten Beispiele, bereits Wasser zersetzt, die II zerlegt wieder das Kali.

Einen entschiedenen Vorzug aber hat die I Ansicht in denjenigen Fällen, da ein Haloidsalz direct durch Zusammenbringen von Säure und Basis erhalten wird:

I	II
HCl	HCl
KO	KO

Die II muss Kali zersetzen lassen.

Ebenso wenig spricht der durch Wärme veranlasste Zersetzungsprocess mehrerer wasserhaltiger Chlormetalle, welche desshalb schon Davy für Salzsäure-Salze hielt, nämlich der des Chlormagnesiums, Chloraluminiums, Chlorzirkoniums, Eisenchlorids etc., zu Gunsten der II Ansicht. Während nämlich letztere die beim Erhitzen entweichende Chlorwasserstoffsäure als eben erst in Folge einer Wasserzersetzung entstandenes P r o d u c t ansehen muss, war dieselbe für die ältere blosses E d u c t, eine Was-

serzersetzung war unnöthig. „Davy und seine Anhänger," sagt Berzelius 1815, „sahen auch die salzsaure Magnesia, Thonerde, Zirkonerde etc. als chlorine-wasserstoffsaure Verbindungen an, weil sie alle in der Hitze Salzsäure geben und die Erde ungebunden (?) zurücklassen, und weil man eingesehen hat, dass es eine allzugrosse Inconsequenz sein würde, die Grundlagen der Säure und Basis sich erst in dem Trennungsmomente acidificieren und basificieren zu lassen."[1])

Um dieser Vortheile (und der die Analogie der Salze betreffenden) willen huldigte L. Gmelin in seinem Handbuch der I Ansicht, eine Ansicht, die nach dem Handwörterbuch[2]) nur wenige, doch immerhin noch Anhänger haben soll.

Vielleicht erinnert sich auch ein Leser, dass, weil diese Ansicht die Fasslichkeit für sich hat, Stöckhardt (in seiner „Schule") den Novizen der Chemie erklärt, man dürfe z. B. das Chlorbarium in gelöstem Zustand als chlorwasserstoffsauren Baryt ansehen.

Alle diese Vortheile mit Ausschluss der Nachtheile besass nun aber die alte Muriumtheorie. Das Lösen der Muriate in Wasser und ihre Rückkehr in den festen Zustand waren physicalische Vorgänge, vorkommendes Krystallwasser blieb solches, beim Zusammenbringen von Salzsäure (MuO, HO) und Basen musste kein Metalloxyd zersetzt (resp. kein Wasser gebildet) werden, beim Abdampfen des Magnesiummuriates etc. bedurfte es eben so wenig, als bei den folgenden Processen der „schwierigsten Desoxydationen, welche zuzugeben sind":

KO, SO^3 | \ MuO, BaO HO, SO^3 | \ MuO, BaO KO / MuO, FeO

[1]) Gilbert, Annalen, L S. 414.

[2]) Artikel: Salz, S. 210.

5. Die Analogieen.

Die Unterordnung eines Körpers, welcher eine Anzahl von Merkmalen eines Allgemeinbegriffes besitzt, unter den letztern oder, wie wir dieses Denkgeschäft heissen, der Schluss der Analogie wird um so schlusskräftiger sein müssen, je zahlreicher jene Merkmale des Allgemeinbegriffes, die an dem Körper wahrgenommen werden, sind; nur einige Aehnlickeiten bilden auch nur eine unvollständige Analogie von geringer Schlusskraft. „Der Analogie," sagt Gay-Lussac, „darf man sich nicht zu blindlings in der Chemie übergeben, aber man soll sie nicht vernachlässigen, wenn sie auf eine zahlreiche Reihe von Erscheinungen gegründet ist."[1]) Seit es nun Definitionen der Allgemeinbegriffe Säure und Salz gegeben hat, ist von Niemanden bestritten worden, dass der Körper, welcher heute Chlorwasserstoff heisst, eine zahlreiche Reihe von Erscheinungen des Allgemeinbegriffes Säure, ebensowenig, dass das Chlornatrium eine zahlreiche Reihe von Erscheinungen des Allgemeinbegriffes Salz zeige, und diese Körper haben desshalb fast stets unangefochten resp. für eine Säure und für ein Salz gegolten.

Gleichfalls seit Langem hat es die Chemie in Beziehung auf die Reihe von Erscheinungen, die einen Körper der oder jener Gruppe unterordnen, so gehalten, dass sie eine Zusammensetzung desselben präsumierte, welche dem Begriff einer einheitlichen Zusammensetzung des Gruppenbegriffes entsprach. „Wenn man es unbedingt für wahr halten dürfte," sagt Kopp, „dass es sehr für die Wahrscheinlichkeit einer Ansicht spricht, wenn sie sich unter den verschiedensten Umständen, in den widersprechendsten Meinungen immer wiederfindet, so wäre die Ansicht für wohl begründet zu halten, dass Analogie der Eigenschaften eine Analogie in der Zusammensetzung

[1]) Memoire sur l'iode (a. a. O.), p. 143.

anzeigt. Daran halten jetzt noch die Chemiker fest und ihre Vorgänger vor mehreren Jahrhunderten hatten schon dieselbe Ansicht."[1])

Gegenüber dieser Beziehung verhielten sich nun je und je die Forscher verschieden nach Massgabe ihrer individuellen Denkweise, ein Umstand, worin die Quelle vielen Streites zu suchen ist. In dem Streit über das Chlor nehmen Davy und Berzelius ziemlich entgegengesetzte Gesichtspunkte ein: der letztere kann nicht häufig genug jenen Zusammenhang betonen, der erstere dagegen berücksichtigt ihn so wenig, als möglich. „Setzen von Analogie an die Stelle von Thatsachen," erklärt Davy, „bringt Verderben der erklärenden Chemie (chemical philosophy); der erlaubte Gebrauch der Analogie ist Thatsachen mit einander zu verbinden und uns zu neuen Versuchen zu leiten."[2]) Von dem Ansehen, welches bei ihm die „Sachen" gegenüber den „Meinungen" geniessen, war schon früher die Rede, und wenn sein Bruder John, um die Vertheidigung der neuen Lehre gewichtiger zu machen, Worte F. Bacons beibringt, so erkennt man, dass dem Gesichtspunkte Davys eine eigenthümlich englische Gedankenrichtung zu Grunde liege. „Es ist ein Grundsatz Bacons," sagt John, „die Existenz keiner imaginären Sache zuzugeben. Es ist auch ein Grundsatz der modernen Chemie, dass alle Körper, welche noch nicht haben zersetzt werden können, als einfache betrachtet werden. Wenn man in die Chemie einen Körper einführt, von welchem man keinerlei Kenntniss hat, so thut man ebenso schlimm, als wenn man in der Philosophie verborgene Ursachen adoptiert. Diese Willkür hat man aber bezüglich des Salzsäure-Gases und des Gases der oxymuriatischen Säure (s. v. a. oxygenierten

[1]) Kopp, Geschichte der Chemie, III S. 86.

[2]) Gilbert, Annalen, LIV S. 381.

Salzsäure) sich erlaubt. Man hat vorausgesetzt, das erste bestehe aus Wasser und einem unbekannten Radical und das zweite aus demselben Radical und Sauerstoff. Aber anstatt die Gegenwart des Wassers in dem einen Gase und die des Sauerstoffs in dem andern darzuthun hat man deren Existenz als eingeräumt betrachtet.[1])

„Man hat neuerdings,“ erklärt anderseits Berzelius, „in der Chemie sehr fest über den Satz gehalten, dass man Alles für wahr halten müsse, was nicht unmittelbar durch Versuche bewiesen werden könne. Ich kann aber diese Methode nicht für richtig anerkennen, sondern halte es sogar für passender, Alles so lange für möglich zu halten, bis die Unmöglichkeit erwiesen ist. Denn wir werden durch unsere Forschungen auf Schlüsse geleitet, deren Richtigkeit erst späterhin durch neue Untersuchungen bewiesen werden kann.“[2])

Es möchte für die Wissenschaft gleich nachtheilig sein auf einem dieser Standpunkte einseitig zu beharren: jeden Schluss der Analogie, mag die Zahl seiner Prämissen sein, welche sie will, ängstlich zu meiden und um einer einzelnen Erscheinung, einer Ausnahme willen einen Körper von dem Platze, wohin ihn das Ganze seiner Eigenschaften classificiert, zu entfernen, aber auch jeglichen Schluss für möglich zu halten, bis die Unmöglichkeit erwiesen ist. Hier, scheint mir, habe Gay-Lussac, übereinstimmend mit den oben citierten Worten, eine richtige Mitte inne gehalten, woraus sich die von ihm bis 1813 eingenommene geschichtliche Stellung erklärt: die ermittelten Thatsachen vermögen ihn nur der neuen Lehre die Möglichkeit einzuräumen (nicht aber die Wahrscheinlichkeit)[3]) und diess hauptsächlich „aus

---

[1]) Annales de chimie, LXXXIV p. 294.

[2]) Theorie der chemischen Proportionen, S. 128.

[3]) Recherches phys.-chim., II p. 174.

Gründen der Analogie."[1]) Wie Davy von seinem Standpunkt aus diese Dinge abwägt, gesteht er der alten Lehre nur zu: „es sei möglich, dass die oxygenierte Salzsäure Sauerstoff enthalte."[2])

Die früheren Antichloristiker besassen zu Gunsten ihrer Theorie fast nur diejenigen Analogieen, welche die Salzsäure als wohlcharacterisierte Säure, die Muriate als wohlcharacterisierte Salze hinstellen; der letztere Satz wurde, wie wir sehen werden, zeitweilig wirklich bezweifelt. Um direct auf den Sauerstoffgehalt des Chlors schliessen zu können, so wie wir diess heute können, fehlte es an jener Kenntniss des Sauerstoffs und der Diagnose seiner Verbindungen, welche die Untersuchungen Schönbeins ermöglicht haben. Die zwei Schlüsse, welche man damals auf das Chlor selbst ziehen konnte, sind folgende:

a. Das Chlorhydrat.

„Es ist dem Scharfsinn Davys," sagt Berzelius, „nicht entgangen, dass das Chlorine mehrere Eigenschaften von oxydierten Körpern besitzt, wozu besonders die gehört, sich mit Wasser zu einem Körper zu verbinden, der in einer niedrigeren Temperatur krystallisieren kann, welches mit keinem andern einfachen Körper der Fall ist. Es kann nicht geläugnet werden, dass diese Eigenschaft des Chlorine der neuen Lehre nichts weniger als günstig sei; dagegen stimmt sie mit der ältern gut überein."[3]) Bekanntlich bieten die beregten Krystalle noch heute eines der wenigen Beispiele einer chemischen Verbindung einfacher Körper mit Wasser dar.

b. Die erste Oxydationsstufe des Chlorine.

Bezüglich des Euchloringases, welches damals für

---

1) Recherches phys.-chim., II p. 172.

2) Gilbert, Annalen, XXXIX S. 89, Anm.

3) Gilbert, Annalen, L S. 363.

die erste Oxydationsstufe des Chlorine galt, findet es Berzelius (ebenfalls 1815) sehr sonderbar, dass, während sonst die Radicale in ihren Eigenschaften wesentlich von denen ihrer nächsten Verbindungsstufen abweichen, das Chlorine seinem ersten Oxyd an Farbe, Geruch, Löslichkeit in Wasser etc. so ausserordentlich ähnlich sein sollte, dass man eine Reihe von Jahren sie nicht zu unterscheiden vermochte. Halte man die alte Lehre für massgebender, so lasse sich sehr wohl begreifen, wie zwei neben einander liegende Oxydationsstufen einander ähnlich sein können.[1])

Nun ist freilich wahrscheinlicher, dass das Euchloringas ein Gemenge von Chlor und ClO^2 sei, allein, es scheint, als könne die durch Balard 1834 entdeckte unbezweifelte erste Oxydationsstufe ClO an die Stelle der vermeintlichen treten. Bekanntlich ist dieselbe bloss tiefer gelb gefärbt, als das Chlor, ihre gesättigte wässrige Lösung gleicht an Farbe dem Chlorwasser, beide, das Gas und die Lösung, besitzen einen chorartigen Geruch, und, was die chemischen Reactionen anbelangt, sind beide kräftige Oxydationsmittel.

Gehen wir nunmehr zu den wichtigsten Stützen der damaligen Muriumtheorie, zu den Analogien der Säuren und Salze über.

A. Die Analogie der Säuren.

Von chloristischer Seite her war erklärt worden, Chlorine gebe mit dem Wasserstoff Chlorine-Wasserstoffsäure und mit dem Sauerstoff Chlorinsäure und sei daher mit dem Schwefel analog, der auch eine Säure sowohl mit dem Wasserstoff, als mit dem Sauerstoff hervorbringt.

„Ich finde es immer," entgegnete Berzelius, „son-

---

[1]) Gilbert, Annalen, L S. 364.

derbar, wenn die Anhänger der neuen Lehre sich auf eine Analogie berufen; denn es scheint, als mache es sich diese Lehre zur Pflicht, Analogieen nicht zu beachten. Doch wir wollen diese der neuen Lehre günstige Analogie etwas näher untersuchen.

„Schwefel, Tellur, Phosphor, Kohle, Arsenik verbinden sich mit Wasserstoff zu eigenen Körpern, welche alle eine gemeinschaftliche, unverkennbare Analogie mit einander haben. Die beiden ersten besitzen zwar dabei auch Charactere von Säuren, welche den übrigen fehlen; diese Säure-Eigenschaften vermindern aber nicht im Geringsten die allgemeine Analogie zwischen diesen Wasserstoff-Verbindungen. Es verbinden sich Schwefel, Arsenik, Phosphor, Kohle und Tellurium auch mit dem Sauerstoff und geben Säuren, welche gleichfalls eine ausgezeichnete Analogie mit einander sowohl in den äussern Characteren, als in den chemischen Eigenschaften haben. Es frägt sich nun: mit welcher von diesen Körper-Reihen hat die Salzsäure Analogie? Es findet sich schwerlich auch nur ein einziger Chemiker, die Anhänger der neuen Lehre nicht ausgenommen, der sich einen Augenblick bedenken sollte, die Salzsäure unter die sauerstoffhaltigen Säuren zu stellen zufolge ihrer Charactere: ihrer Säure, ihres Geschmacks und Geruchs, ihrer Eigenschaft im concentrierten Zustand Pflanzen- und Thierkörper zu corrodieren und zu schwärzen, des Grades ihrer Verwandtschaften etc. Und es findet sich gar kein Grund, wenn man das Bedürfniss der neuen Lehre ausnimmt, welcher es rechtfertigen könnte, wenn man die Salzsäure eher mit Schwefelwasserstoff oder Tellurwasserstoff, als mit Schwefelsäure oder Phosphorsäure vergleicht.

„Von den andern Wasserstoff-Säuren macht eine jede der schwächsten Sauerstoff-Säure Platz und dieses liegt in der Natur der Sache. Die Chlorine-Wasserstoffsäure

weicht aber hierin so sehr von ihnen ab, dass sie vielmehr die meisten Sauerstoff-Säuren aus ihren Verbindungen austreibt, selbst auch die, welche stärker sind als die Chlorinsäure, welches aller Analogie mit dem Schwefelwasserstoff und dem Tellurwasserstoff ganz entgegen ist, und auch schwerlich mit unsern theoretischen Ideen über die Acidität bestehen kann. Lässt es sich daher wohl mit Grund annehmen, dass die Erklärungsart der neuen Lehre mit der übrigen chemischen Theorie übereinstimmen und der ältern Lehre vorgezogen zu werden verdiene? und hat nicht hier die ältere Lehre, in ihrem Zusammenhang mit unsern übrigen chemischen Kenntnissen betrachtet, einen ganz ausgemachten Vorzug?"[1])

Hielt auch Berzelius dazumal (1815) nicht mehr an dem ganzen Satze Lavoisiers fest, so doch an einer Modification desselben, nämlich der: nicht alle Körper, welche überhaupt noch Merkmale des Allgemeinbegriffes Säure aufweisen, dürfen als sauerstoffhaltig angesehen werden, aber doch einer, der, wie die Salzsäure, so viele zeigt und sich hiedurch den bestcharacterisierten Säuren anschliesst. Diese Stellung jenem älteren Satze gegenüber hatte nun schon Berthollet eingenommen,[2]) indem er vom Schwefelwasserstoff nicht zweifelte, von der Blausäure wenigstens vermuthete, dass sie sauerstofffrei seien, und so dachte sicherlich die Mehrzahl der Chemiker bis 1813, bis zur Entdeckung des Jodwasserstoffes („einer sehr mächtigen Säure") durch Gay-Lussac. Dass es sich immer mehr hinausschob, den Sauerstoffgehalt der Salzsäure und Flusssäure ohne eine Möglichkeit anderer Erklärung durch ein experimentum crucis darzulegen,

---

[1]) Gilbert, Annalen, L S. 403.

[2]) Kopp, Geschichte der Chemie, III S. 18.

war schon ein immer bedenklicherer Widerspruch auch für jene Modification des von Lavoisier aufgestellten Satzes geworden, und es scheint, als ob das Schweigen Gay-Lussacs über die Chlorfrage zwischen 1811 und 1813, während welcher Zeit er sich mit ferne stehenden Dingen beschäftigte, hierin begründet sei."

„Es scheint," sagt nun derselbe in seiner Arbeit über die neue Säure, „dass der Wasserstoff für eine bestimmte Classe von Körpern dieselbe Rolle spielt, wie der Sauerstoff für eine andere."[1]) Damit waren Körper, die dem Ganzen ihrer Eigenschaften nach sich sehr nahe stehen, auseinander getrennt, ein erster schlimmer Schritt, der aber für damals nur zu sehr erklärlich ist. Bald folgte, indem man diesen ersten wieder gut zu machen suchte, ein zweiter bedenklicher: man erhob jene beregte theilweise Rolle des Wasserstoffs zu einer allgemeinen, machte ihn zu einem neuen Oxygenium.

Den letztern Schritt that Davy (1815) in seiner Abhandlung über das „Oxiodine" (JO^5). „Ich habe den sauren Character des Oxiodine," sagt er, „aus seiner Verbindung mit Wasser herleiten wollen, ohne den Namen Säure der trockenen festen Verbindung zu geben. Es ist gar nicht unwahrscheinlich, dass die Thätigkeit des Wasserstoffs in dem hinzugetretenen Wasser an die sauren Eigenschaften dieser Verbindung geknüpft ist; denn diese Säure kann betrachtet werden als eine dreifache Verbindung von Jodine, Wasserstoff und Sauerstoff, als ein Oxiod des Wasserstoffs, und es ist möglich, dass der Wasserstoff den gleichen Antheil habe an dem Character der Säure, als das Kalium, das Natrium oder die metallischen Radicale in den Oxioden. Und da der mit dem Jodine verbundene Wasserstoff eine sehr

---

[1]) Annales de chimie, LXXXIX p. 318.

mächtige Säure bildet, und diese Säure übrig bleiben würde, wenn man der oxiodischen Säure (H + J + 6 O) den ganzen Sauerstoffgehalt entzöge, so kann man sehr wohl annehmen, dass derselbe (nämlich der Wasserstoff) Einfluss haben muss in der Erzeugung der Acidität der neuen in Wasser gelösten Substanz (d. i. der JO^5, „des Oxiodine“).[1]

Zwar kam Davy alsbald wieder von dem neuen principium aciditatis zurück und erklärte gegen Gay-Lussac, welcher umgekehrt den Wasserstoff zum alcalisierenden Princip machte, es scheine ihm diess ein Versuch, die verborgenen Qualitäten in die Chemie einzuführen und irgend einer geheimnissvollen und unerklärbaren Kraft das beizulegen, was von einer besonderen Anordnung der Körpertheilchen (corpuscular arrangement) abhängen müsse.[2] Gleichwohl blieb er im Uebrigen bei seiner Ansicht bestehen, und so ist denn auch in dieser Theorie der Wasserstoff der eine Stoff geblieben, der, indem er das metallische Radical der Salze substituiert und überall den sauren Character mit sich führt, jenem principium sehr nahe steht. Diess ist auch der Grund, oder vielmehr, diess war der Grund, warum Kopp noch in seiner Geschichte der Chemie der Wasserstoffsäurentheorie das Wort geredet: „Jene Richtung, gleichartige Eigenschaften aus einem Gehalte an demselben Bestandtheile zu erklären, diesen als die Ursache jener anzusehen, die Classification ähnlicher Substanzen auf Gleichartigkeit in der Zusammensetzung zu gründen, ist die in der chemischen Theorie seit Jahrhunderten herrschende und unverändert gebliebene. Anwendungen jener Richtung, nicht jene Richtung selbst, wurden umgestossen

---

[1]) Annales de chimie, XCVI p. 304.

[2]) Gilbert, Annalen, LIV S. 377.

oder angegriffen, wenn an die Stelle der Primitivsäure als säurenden Princips der Sauerstoff gestellt wurde, und an die Stelle dieses der Wasserstoff zu stellen gesucht wird."[1]) (In einem populär-wissenschaftlichen Vortrag „Sonst und Jetzt in der Chemie" von 1867 macht nun zwar Kopp darauf aufmerksam, wie man jetzt bestimmte chemische Eigenschaften, z. B. als Säure zu wirken, auf eine bestimmte Art von Anordnung der elementaren Atome zurückzuführen suche, während man vor 40 Jahren noch die chemische Verschiedenheit der Körper auf verschiedener chemischer Zusammensetzung begründet glaubte; allgemein ist aber diese Fassung noch keineswegs geworden.)

Aus dem Oxiod Davys, welches zwar bei ihm noch keine Verbindung war, welches er aber dieselbe Rolle spielen liess, wie das einfache Jod, eine wirkliche Verbindung, ein „zusammengesetztes Radical" zu machen lag ziemlich nahe und wurde bekanntlich zuerst von Dulong (1816) ausgesprochen, die Tripelverbindungen wurden damit zu binären. Die fast zur Unzählbarkeit anwachsende Menge hypothetischer Verbindungen aber, wovon auch nicht eine isoliert worden, auch längst zu isolieren nicht mehr versucht wird, war indess für diese sog. Binartheorie, wenigstens bis in die neuere Zeit ein, wie es scheint, nur zu gerechtfertigtes Hinderniss, so dass sie nur mit grossem Widerstreben endlich Anerkennung gefunden. „Die Frage darüber," sagte Dumas 1836, „ist nicht unwiderruflich gelöst. Von einem Augenblick zum andern erhebt sich möglicher Weise diese Theorie siegreich, auf irgend eine Entdeckung gestützt, die ihr eine neue Kraft geben wird. Aber bis jetzt bin ich der Ansicht, dass sie soll zurückgestossen werden, in Anbetracht dieser unzähligen Menge unbekannter Wesen,

---

[1]) Band III S. 87.

welche sie vermuthet. Wenn ich nur einen Theil derselben entstehen sähe, . . . würde ich mit weniger Widerstreben an das Dasein der übrigen glauben."[1]) Nun, obschon die beregte Entdeckung nach 30 Jahren immer noch auf sich warten lässt, ist gleichwohl eine grosse Zahl jener andern Ansicht untreu geworden, welche immer ihre Radicale auch zu isolieren gewünscht und welche in dieser Beziehung seit einiger Zeit grosse Fortschritte gemacht hat. Die einzig wahre Zusammensetzung solcher zusammengesetzter Radicale wird immer schwierig zu ermitteln sein, bevor wir im Stande sind, sie für sich darzustellen, ein Umstand, der so viele Willkürlichkeiten nach sich zieht.

Wenn man bedenkt, dass „die Binar-Theorie die grosse chemische Verallgemeinerung war, welche aus der Entdeckung des Chlors hervorging" (Brodie), so wird man vielleicht an die Befürwortung dieses Radicals durch John Davy zurückdenken (vgl. S. 305), namentlich an die Worte: „Wenn man in die Chemie einen Körper einführt, von welchem man keinerlei Kenntniss hat, so thut man eben so schlimm, als wenn man in der Philosophie verborgene Ursachen adoptiert." Die Zahl der hypothetischen Körper, die damals die Muriumtheorie dem Chemiker zumuthete, war vier (Murium, wasserfreie Muriumsäure, Fluorium, wasserfreie Fluoriumsäure); seitdem sind über zwei Menschenalter verflossen, während welchen Jod und Brom vier neue hypothetische Körper hinzugethan, so dass die Progression vergleichsweise keine unbescheidene zu nennen ist.

Sollten aber, was Niemand weiss, Säuren aufgefunden werden, die sich, gleich wie die Salzsäure, durch ihr Verhalten zu den Basen, zu den Metallen, zu den Pflan-

---

[1]) Poggendorff, Annalen, CXXIV S. 77, Anmerkung (aus den „leçons sur la philosophie chimique").

zenfarben, zu manchen Gährungsmaterialien, zur organischen Substanz überhaupt (im concentrierten Zustande), zum Geschmacksorgan etc. der Schwefelsäure sehr viel näher stellen, als dem Schwefelwasserstoff, ohne dass sie Sauerstoff enthielten oder dass sich ihr Halogen als ein Ozonid ergäbe, so wollen wir darin ohne Widerstreben ein bedeutendes Fragezeichen bezüglich der Muriumtheorie erblicken.

B. Die Analogie der Salze.

Als Davy die Lehre vom Radical Chlorine aufstellte, strich er den vulgo „Salz“ geheissenen Körper aus der Salzgruppe aus, stellte es neben das Natron, Andere hernach neben das Schwefelnatrium und Phosphornatrium.

Dagegen und damit gegen die neue Lehre überhaupt machten Gay-Lussac und Thénard (1811) geltend: „es ist sehr wahrscheinlich, dass die metallischen Muriate Salze derselben Natur sind, wie die andern Salze; wenigstens veranlassen uns alle ihre Eigenschaften, es zu glauben. Nun ist aber sicher, dass die Sulfate, die Nitrate, die Phosphate etc. aus Säure, Sauerstoff und Metall bestehen. Folglich müssen wir bestimmt werden zu glauben, die Muriate seien gleichfalls aus Säure, Sauerstoff und Metall zusammengesetzt. Aber wenn es sich damit so verhält, so folgt, dass die oxygenierte Salzsäure zusammengesetzt sei aus Sauerstoff und einem andern Körper, da man alle Muriate herstellen kann, indem man die Metalle mit oxygenierter Salzsäure behandelt.“[1])

Noch intensiver betonte Berzelius diesen Punkt. „Verbinden wir,“ sagt er, „Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure oder Phosphorsäure mit Kali oder Bleioxyd, so können wir nichts entdecken, was ihrer analogen Wir-

---

[1]) Recherches physico-chimiques, II p. 172.

kung widerspräche, es werden salzige Körper hervorgebracht, die gewisse unter sich übereinstimmende Eigenschaften und Charaktere als Kalisalze oder als Bleioxydsalze besitzen. Die ältere Lehre erklärt das salzsaure Kali (KaO, MuO) für ein Kalisalz, ganz wie das salpetersaure, schwefelsaure etc. Kali. Hier aber weichen die Ansichten der neuen Lehre von denen der ältern gänzlich ab ... Der salzige Geschmack des Chlorine-Kalium kann über die Natur dieses Körpers nichts beweisen, da eine Analogie niemals als ein Beweis angenommen werden kann. Ganz das Nämliche gilt auch von dem Chlorine-Blei; obgleich es alle Charaktere eines Bleisalzes hat, z. B. einen zuckrigen Geschmack, leichte Schwärzung durch Schwefelwasserstoff etc., so ist es doch kein Bleisalz und enthält keinen Sauerstoff. Das Chlorine-Kalium und das Chlorine-Blei sind daher keine Salze, sie sind vielmehr in ihrer Zusammensetzung mit den Oxyden oder mit den Schwefelmetallen analog. Und nun frage ich: darf man dieses für eine consequente chemische Philosophie ausgeben? und ist dieses die „just logic of chemistry“, welche die Chemiker die neue Lehre anzunehmen genöthigt hat?“[1])

Davy, dem diese Punkte nicht entgehen konnten, glaubte dieselben folgendermassen mit der neuen Lehre in Uebereinstimmung bringen zu können. Nach der überaus eigenthümlichen Aeusserung „sieht man sorgfältiger nach, so zeigt es sich, dass es schwer ist, eine solche Analogie aufzufinden,“ fährt er nämlich fort, „fände sie indess auch Statt, so würde sie sich ebenso gut für die entgegengesetzte Lehre anführen lassen; denn nach dieser (der späteren phlogistischen, die hier gewaltsam herbeigezogen wird) sind die Neutralsalze Verbindungen

---

[1]) Gilbert, Annalen, L S. 406.

von Basen mit Wasser und die Metalle Verbindungen von Basen mit Wasserstoff, daher dann beim Einwirken von oxygenierter Salzsäure auf die Metalle das Metall sowohl den zur Bildung von Salzsäure nöthigen Wasserstoff, als die zur Bildung der neutralen Verbindung erforderliche Basis hergeben würde." [1]) Ich hatte früher Gelegenheit zu erinnern, dass es dazumal noch Chemiker gab, welche in den Metallen einen Wasserstoffgehalt annahmen, dass auch Davy diese Ansicht für möglich hielt, indess mit der Möglichkeit, die oxygenierte Salzsäure enthalte Sauerstoff, auf eine Linie stellte. Wie kommt es nun, dass er hier mit dieser „Meinung" ficht, wo es gälte, „Sachen" beizubringen? Vielleicht ist auch in der Wissenschaft das Wort Bacons nicht loszuwerden: „quod homo mavult verum esse, id facile credit."

Unter der vorigen Nummer haben wir gesehen, dass es heutzutage herrschende Ansicht sei, die Salzsäure, welche beim Eindampfen gelösten Chlormagnesiums und einiger anderer Salze, sowie beim Erhitzen wasserhaltiger Krystalle derselben sich entwickelt, sei ein Product, während sie in der Muriumtheorie blosses Educt gewesen. Wie verhält sich denn aber das Nitrat des Magnesiums? Bei 240 — 250° geht mit dem letzten Aequivalent Wasser zugleich Salpetersäure weg und ein Theil des Salzes wird drittelsauer. Hier wird nicht bezweifelt, dass die Salpetersäure ein Educt sei und eine einfache Wasserbindung (Hydratbildung) Statt habe; die Differenz in der Zersetzungstemperatur kann doch aber sicherlich diesen völlig andern Process nicht veranlassen.

Die Binartheorie, welche die Trennung der Muriate und Sulfate etc. durch völlig unähnliche Constitutions-

---

[1]) Gilbert, Annales XXXIX S. 15.

vorstellungen, wie sie durch das Wort „Haloidsalz“ um nichts gemindert worden, aufhob, möchte hierin ihren beifallswerthesten Vorzug besitzen, der aber durch höchst eigenthümliche Ingredientien mehr als neutralisiert wird; so die zusammengesetzten Radicale S^2O^7 und $Cr^2 O^7$ (neben den SO^4 und $Cr O^4$) in den Verbindungen $KO, 2SO^3$ und $KO, 2CrO^3$, ferner der schwer aufzufindende basische Wasserstoff in der CrO^3, CO^2 u. a., welcher in deren Salzen durch Metalle ersetzt werden soll. Solche Seltsamkeiten konnten nur beitragen bei der Trennung zwischen Haloidsalzen und Sauerstoffsalzen als dem geringern Uebelstand zu verbleiben. Mit dieser Ansicht hält die Muriumtheorie an der alten Ansicht fest, die Sauerstoffsalze seien dualistisch gebaut und bestehen aus sauren und basischen Oxyden als näheren Bestandtheilen. Blos erweitert sie, auf die oben (unter A) geäusserten Gedanken gestützt, deren Peripherie und nimmt die sogen. Chlor-, Brom-, Jod- und Fluormetalle noch mit darein auf.

III. Das Muriumsuperoxyd ein Ozonid.

Die Resultate einer dreissig Jahre lang unentwegt auf ein Ziel laufenden Untersuchungen des allotropen Sauerstoffes sind von meinem hochverehrten Lehrer je und je in unsern Zeitschriften explicite dargelegt worden, so dass der Umstand einer verhältnissmässig noch geringen Würdigung nur aus einem Mangel an Receptivität solchen Fragen gegenüber kann erklärt werden. „Mancher,“ sagt Kolbe, „schätzt die Experimentierkunst höher, als die wissenschaftliche Forschung, und ist befriedigt, wenn die Untersuchungen das Lexicon der Chemie mit einer möglichst grossen Anzahl neuer Verbindungen bereichern.[1])“ Dass anderseits die Erforschung

[1]) Kolbe, organische Chemie I S. 13.

rationeller Zusammensetzung bezüglich der nähern Bestandtheile der Körper eine hochwichtige Aufgabe sei und das geistige Auge Mancher völlig in Anspruch nimmt, ist zwar erklärlich, enthebt aber sicherlich nicht der Verpflichtung Versuche zur Aufklärung über das „Wie“ chemischer Erscheinungen überhaupt zu prüfen.

Damit sich aber die, welche prüfen wollen, von der Thatsächlichkeit derjenigen Sätze, auf die als unentbehrliche Grundlagen der Schluss auf den Sauerstoffgehalt des Chlors (Broms und Jods) kann gebaut werden, überzeugen, dass nämlich eine Gruppierung der Sauerstoffverbindungen nothwendig sei, und dass die eine Gruppe, weil sie eine zahlreiche Reihe von Erscheinungen des freien Ozons ($\ominus$) zeigt, ozonhaltig und desshalb Ozonide genannt werden könne, mögen sie das so bequem zur Hand liegende ursprüngliche Material, die Arbeiten Schönbeins selbst studieren, das überdiess viel zu reichhaltig ist, als dass es auch nur in Form eines noch überzeugungsfähigen Abrisses hier könnte aufgenommen werden. Einen solchen stellt aber das erst kürzlich erschienene Universitätsprogramm dar: Christian Friedrich Schönbein von Eduard Hagenbach (Basel, Schweighauser 1868); dasselbe wird dem Leser namentlich auch durch ein beigefügtes chronologisches Register von Nutzen sein, welches die Titel sämmtlicher Originalabhandlungen und den Ort, wo sie zu finden sind, angiebt.

In diesen Arbeiten ist es wahrscheinlich gemacht, dass nur der allotrope oder active Sauerstoff, frei oder gebunden, oxydierend wirkt, dass wir es also überall, wo Oxydation stattfindet, mit jenem Sauerstoff, dagegen überall, wo Sauerstoff, frei oder gebunden, nicht oxydierend wirkt, mit passivem Sauerstoff zu thun haben; ferner, dass dieser freie oder gebundene Sauerstoff in gegensätzlichen Zuständen auftritt entweder als Ozon ($\ominus$)

oder als Antozon ($\oplus$). Die Verbindungen des erstern nannte Schönbein Ozonide, die des letztern Antozonide.

Das Chlor wird nun schon längst zu jenen Substanzen gezählt, welche der Chemiker unter dem Namen *Oxydationsmittel* kennt, es ist ihm aber ausnahmsweise ein *indirectes*. Da nämlich überall, wo Chlor oxydiert, in der That Wasser zugegen sein muss, lässt man vermöge eines grossen Vereinigungsstrebens des Chlors zum Wasserstoff Chlorwasserstoff entstehen und den hiedurch frei gewordenen Sauerstoff des Wassers die Oxydation bewerkstelligen. Dagegen weiss man erstens von dem Sauerstoff des Wassers, dass er so wenig übertragbar, so passiv als möglich ist, so dass schon Berthollet, wie wir gehört, die Desoxydation des Wassers zu den schwierigsten rechnet, welche zuzugeben sind. Zweitens kennt man, ein Punkt, von dem gleichfalls schon die Rede gewesen, eine zahlreiche Reihe von Erscheinungen, wo das Wasser auf gänzlich unerkannte Weise als eine Art von Brücke dient, um zwei Körpern die Vereinigung zu ermöglichen. Wenn das Chlor ein so grosses Vereinigungsstreben zum Wasserstoff hat, warum entzieht es ihn dem HO, nicht aber dem HS (vorausgesetzt, dass beide Gase wasserfrei sind)?

Würde schon hienach das Chlor zu den Ozoniden zu rechnen sein, da die Antozonide, z. B. Wasserstoffsuperoxyd, an Energie der Oxydation jenen merklich nachstehen, so ergiebt sich diess ganz unzweifelhaft aus seinem Verhalten zu diesen letztern. Chlor (und auch Brom und Jod) zerstört das Wasserstoffsuperoxyd, gleich wie es z. B. Uebermangansäure thut, indem sich die in ihnen enthaltenen gegensätzlichen Modificationen des Sauerstoffs nach Aequivalenten depolarisieren oder zu gewöhnlichem passivem neutralisieren.

$$HO\oplus \text{ und } MuO\ominus = HO, MuO \text{ und } 2O$$

(der letztere entwickelt sich in Bläschen).

Einen Beweis dafür, dass das Chlor $MuO\ominus$ sei, erblickte Schönbein darin, dass dasselbe nur dann aus Salzsäure erhältlich ist, wenn ein Glied der Ozonidgruppe darauf einwirkt. So liefert das Ozonid Mangansuperoxyd Chlor:

$$2\,(MuO, HO) + MnO\ominus = MnO, MuO + MuO\ominus + 2\,HO,$$

Salzsäure — Mangansup. — Chlormangan — Chlor

nicht aber das Antozonid Bariumsuperoxyd:

$$MuO, HO + BaO\oplus = BaO, MuO + HO\oplus$$

Bariumsup. — Chlorbarium — Wasserstoffsup.

Falls concentrierte Salzsäure verwendet wird, so kommt nun allerdings, wie neulich Brodie ermittelte, auch mit den Antozoniden Chlor und nicht Wasserstoffsuperoxyd zum Vorschein. Es muss hier nothwendig erst eine Umsetzung des $\oplus$ in $\ominus$ Statt haben, wie noch in manchen Fällen, in welchen ein Antozonid Oxydationswirkungen hervorbringt, was, wie schon angedeutet worden, ein specielles Merkmal des $\ominus$ zu sein scheint. So z. B. bilden Blei, Nickel und andere Metalle, mit $HO\oplus$ zusammengebracht, $PbO\ominus$, $(NiO)^2\ominus$; $HO\oplus$ zerstört für sich Indigolösung nur langsam, rasch jedoch unter Zusatz einiger Tropfen verdünnter Eisenoxydulsalzlösung. Ueber diese Umsetzung der Sauerstoffmodificationen ist, diess muss bekannt werden, noch wenig Gesetzmässiges ermittelt, geschweige denn ein Erklärungsgrund versucht worden. Die Agentien, die eine solche veranlassen, Licht, Wärme, Electricität, unter den chemischen Stoffen vorzüglich Platin und Ruthenium, regen bald den passiven Sauerstoff zur Verbindung mit andern Elementen an, bald thun sie das Gegentheil und führen dann, wenn der active gebunden war, eine Zersetzung (durch „Contact“) herbei. Wenn uns nun aber die Lehre Schönbeins, so wie er sie auszubilden vermocht, über das dreifache Verhalten der

Sauerstoffverbindungen zu der nicht concentrierten Salzsäure immerhin einiges Licht gewährt, insofern einmal MuO$\ominus$, das andere Mal HO$\oplus$, das dritte Mal keines von beiden gebildet wird, sollen wir sie, ganz abgesehen von aller übrigen Aufklärung, mit Brodie sammt und sonders über Bord werfen dürfen? Derselbe gesteht zwar, dass es wichtige Unterschiede in der Barium- und Mangansuperoxydreaction giebt, behauptet jedoch, diese Differenz sei die nämliche, welche z. B. Chlor und Jod, Chlorwasserstoff und Jodwasserstoff, Natrium und Kalium unterscheiden lässt.[1]) Hätte er die Prämissen, welche Schönbein zu seinen Schlüssen bewogen, gründlich studiert, ehe er diese recensiert, er hätte finden müssen und nachprobieren können, ob nicht in der Barium- und Mangansuperoxydreaction wichtigere Unterschiede da seien, als in der letztern und der Bleisuperoxydreaction oder in der erstern und der Strontiumsuperoxydreaction, Unterschiede, die eben unter den vielen Species von Sauerstoffverbindungen zu weiterer Gruppierung nöthigen.

Durch alle bisherigen Data ist aber die Quelle derselben, welche der $\ominus$ zu sein scheint, nicht erschöpft. Die catalytischen Substanzen Platin (-Mohr), Ruthenium, Rhodium und Iridium, sowie die ähnlich wirkenden Agentien Wärme und Licht zersetzen, wie freies $\ominus$ und die Hypochlorite (RO, MuO$\ominus$[2]), so auch das in Wasser gelöste Chlor (Brom und Jod); sie führen nämlich den $\ominus$ in passiven O über, und dieser entbindet sich. Da auch Wasserstoffsuperoxyd unter diesen Umständen zerfällt, so soll aus diesen Erscheinungen nicht mehr geschlossen werden, als dass die genannten Halogene activen Sauerstoff enthalten.

---

[1]) Poggendorff, Annalen CXX S. 320.

Weiterhin ist von einer grossen Zahl von Ozoniden, namentlich von Untersalpetersäure, Bleisuperoxyd. Uebermangansäure und Chromsäure, Eisenoxyd und Quecksilberoxyd die Thatsache ermittelt, dass diese schon in gewöhnlicher Temperatur stark gefärbten Substanzen proportional mit der Erhitzung dunklere Färbungen zeigen. In Kältemischungen dagegen werden sie gradatim blässer. Schönbein führte dieses wechselnde Vermögen der genannten Körper mehr oder weniger Strahlen des auf sie fallenden weissen Lichtes zu absorbieren auf die mit erhöhter Temperatur steigende Erregung (Activierung) des in ihnen enthaltenen $\ominus$ zurück. Ganz Aehnliches zeigt wieder Chlor (noch mehr Jod und Brom). Dieser Schluss büsst insofern an Kraft ein, als eine Anzahl Körper, die entweder keine Ozonide oder überhaupt sauerstofffrei sind, das Nämliche zeigen, so das Zinkoxyd, der Schwefel und mehrere Schwefelmetalle, namentlich Operment, Realgar, Zinnober. Doch scheint auch das folgende Phänomen auf eine mit der Erhöhung der Temperatur wachsende Activierung des $\ominus$ zu deuten.

Bekannt sind die Erscheinungen, welche Brewster u. A. über die Absorption des Lichts durch farbige Gase gefunden. Die dunkeln Absorptionsstreifen werden aber nicht blos durch Untersalpetersäure ($NO^2\ominus^2$), Unterchlorsäure ($MuO\ominus^5$), chlorige Säure ($MuO\ominus^4$) erzeugt, sondern auch durch Joddampf, Bromdampf und, wie Schönbein ermittelt, durch Chlorgas. Mit dem Erwärmen der Gase nehmen die Absorptionsstreifen an Stärke sowohl, als an Zahl zu. Brewster vermochte durch fortgesetztes Erhitzen, ohne dass schon Zersetzung eintrat, die Untersalpetersäure vollständig schwarz zu machen, so dass kein Sonnenstrahl durchdringen konnte. Der Schluss nun, dass die gefärbten gas-

förmigen Ozonide ihr Vermögen Lichtstrahlen auszulöschen dem in ihnen enthaltenen ⊖ verdanken, wäre als gewagt zurückzunehmen, falls wirklich die unterchlorige Säure, das Chrombiacichlorid, die Uebermangansäure und das Indigoblau in Gasform keine Absorptionsstreifen aufweisen sollten;[1]) diese sind nämlich als Ozonide zu betrachten. Es ist dabei auffällig, auf welche Weise die Uebermangansäure in Gasform erhalten worden, da ihre wässrige Lösung schon bei 30° bis 40° sich zersetzt.

Eine weitere Analogie besteht darin, dass ein Platinblech, welches mit einer Schicht von Mangansuperoxyd, Bleisuperoxyd oder Silbersuperoxyd überzogen ist, gegen reines Platinblech, in dem reines Wasser die Leitung vermittelt und als Electrolyt fungiert, sich electronegativ verhält. Dasselbe tritt ein, wenn das eine der Bleche in eine ⊖-Atmosphäre gehalten worden, sowie wenn dieselben in zwei Flüssigkeiten tauchen, wovon die eine reines Wasser, die andere wässrige Chromsäure ist, und welche selbstverständlich durch ein passendes Diaphragma getrennt sind. Chlor (Brom und Jod) bewirken dasselbe.

Endlich die Kohle als Contactsubstanz, eine Wirkungsweise, auf welche im zweiten Theile vorläufig ist hingedeutet worden (S. 289), darin bestehend, dass erst der ⊖ in passiven O umgesetzt wird und in Folge davon die Catalyse eintritt. Gleich den Eisenoxydsalzen erleidet nun auch das Eisenchlorid (Fe^2O^2⊖, 3MuO), gleich den Quecksilberoxydsalzen auch das Quecksilberchlorid (Hg^2O⊖, 2MuO) eine Zersetzung so, dass passiver O frei wird und Oxydulsalze, resp. Chlorüre entstehen. Diess deutet zwar auf keinen ⊖-Gehalt des

---

[1]) Im Lehrbuch Müllers steht irrthümlich Chromoxychlorid.

Chlors; denn wenn wir nach der Muriumtheorie die Constitutionen uns betrachten, so stammt der entbundene Sauerstoff aus den Oxyden; wollen wir diese nicht, so muss eben wieder das Wasser herhalten. Das Chlor (Brom und Jod) selbst, mit Kohlenpulver behandelt, wird von diesem absorbiert und je nach der Menge gegenwärtigen Wassers langsamer oder rascher in Salzsäure umgewandelt. Die Kohle enthält, falls das Gas völlig getrocknet war, allein Chlor, obwohl sie so wenig danach riecht, als nach irgend einer Luftart, die sie sonst verschluckt. In Lösungen von Jodkalium oder Indigo oder Guajaktinctur gebracht, offenbart sich die absorbierte Ozonverbindung alsbald. Hat aber der Wasserdampf der Atmosphäre Zutritt, so stösst die Kohle Salzsäure-Dämpfe aus; in flüssiges Wasser gebracht, geht die Salzsäure-Bildung ziemlich schnell vor sich, es braucht aber zur Umwandlung des $\ominus$ in O immerhin Zeit. Der entbundene O kann in folgender Art gesammelt werden: man bringe ein Stück wohlgeglühter Kohle in ein Probegläschen, fülle dieses auf mit Chlorwasser und tauche es verkehrt in (Chlor-) Wasser ein. Alsbald geht die Umwandlung des $MuO\ominus$ in MuO, die Hydratwasser bindet, und passiven O vor sich; letzterer sammelt sich, in Bläschen langsam aufsteigend, oben im Boden des Gläschens.

Angesichts all dieser Erscheinungen, deren grösste Zahl, wie kaum zu sagen nöthig ist, die durch das Chlor hervorgerufene Oxydation begreift, muss man auch in dem Walten der Natur Launen mitspielen und nicht überall Gesetze sich erfüllen lassen, will man anders läugnen, dass das Chlor zu den Sauerstoffverbindungen und zwar unter diesen zu der Gattung der Ozonide zu rechnen sei. Freilich muss man dazu, wie schon erwähnt, das gesammte Material, das Schönbein aufge-

häuft, kennen, nicht bloss einige wenige Arbeiten, die man um ihrer Fremdartigkeit willen allzuleicht abstossend finden wird, noch weniger wird man alsdann von diesen aus auf die übrigen hundert schliessen dürfen; wesshalb ich nochmals die Leser bitte sich, da es wenig Mühe erfordert, auf dem angegebenen Wege jene Kenntniss zu gewinnen. Muss anderseits auch bekannt werden, dass die Muriumtheorie, wie sie durch die Untersuchungen Schönbeins konnte restituiert werden, weder lücken- noch widerspruchsfrei dastehe — ein Geschick, das sie übrigens mehr oder minder mit allem empirisch Erforschten gemeinsam trägt —, so darf ich doch versichern, dass diese Mängel jene Restitution nicht entfernt zu einem gewagten Vorhaben machen, widrigenfalls ich ehrlicher Weise keinen Spiess in diesen Streit getragen hätte. Sollte indess ein Decennium nach dem andern verstreichen, ohne dass das experimentum crucis gefunden oder bestimmte Aufklärung gewonnen wird, warum eine Isolirung der hypothetischen Verbindungen unmöglich sei, so wird allerdings, vorausgesetzt, dass die Frage mittlerweile weiter verarbeitet worden, in welcher Beziehung der neuliche (freilich missglückte) Versuch W. Schmids durch Wasserstoff das Muriumsäurehydrat zu reducieren Erwähnung verdient [1]), das Existenzrecht der hier empfohlenen Theorie abermals dahinfallen müssen.

---

[1]) Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel, Theil IV, S. 600.

ANATOMIE.

Ueber die Gliederung des Gehirns.

Von

Prof. W. His.

Der Naturforschenden Gesellschaft mitgetheilt den 24. Februar 1869.

Als erste Anlage des Centralnervensystems erscheint, wie bekannt, ein Abschnitt des oberen Keimblattes, welcher von Remak den Namen der Medullarplatte erhalten hat. Die Medullarplatte schliesst sich zu einem Rohr, und löst sich von ihrer Umgebung ab; sie sowohl, als das aus ihr hervorgehende Medullarrohr sind von Anbeginn ab im vorderen Abschnitte, dem Gehirntheil, breiter, als im hinteren, dem Rückenmarkstheil. Während einiger Zeit besteht das Rohr nur aus Zellen, umfasst also blos die Anlage grauer Substanz, erst später lagern sich theils an seiner innern, theils an seiner äussern Wandung die Schichten der weissen Substanz ab. Soweit wir wissen, stammen diese von allmählig hervorwachsenden Ausläufern der zuerst vorhandenen Nervenzellen. Durch die Anlagerung weisser Substanz kann die ursprüngliche Form des Medullarrohres modificirt werden. Weit erheblichere Veränderung erfährt dessen Gestalt durch die successive auftretenden Faltungen und Verschiebungen seiner Wand. Im Rückenmarkstheil sind die Umgestaltungen des Rohres verhältnissmässig gering. Das Rückenmark stellt zeit-

lebens eine geschlossene Röhre dar, deren Lichtung zunächst von grauer Substanz umgeben ist, und um die sich von Aussen ein Mantel von weisser Substanz herumlegt. Die graue Kernröhre wandelt durch Einknickung der Seitenwandungen ihre ursprünglich cylindrische Gestalt in eine prismatische um, bei deren Detailbetrachtung ich mich diesmal nicht aufhalten werde.

Sehr beträchtlich sind die Formveränderungen, welche das Medullarrohr in seinem Gehirntheil erfährt, und es ist eine der ersten Aufgaben für die Entwicklungsgeschichte des Gehirns zu verfolgen, wie sich die verwickelte Endgestalt des Organes aus der einfachen Urgestalt hervorbildet, und welches die wesentlichen Bedingungen dieser Umbildung sind. Etwas einseitig ausgedrückt, handelt es sich darum, den gesammten Gehirnbau auf den Typus des Rückenmarksbaues zurückzuführen, eine Aufgabe, parallel derjenigen, welche die Wirbeltheorie des Schädels für das Gehäuse der nervösen Centraltheile seit Langem zu lösen gesucht hat. In mehr oder weniger präciser Weise ist diese Aufgabe bereits wiederholt in Angriff genommen worden. Von embryologischer Seite hat unstreitig von Baer im 2. Theil seiner Entwicklungsgeschichte am meisten Material zu deren Lösung geliefert. Seine Darstellung von der Umbildung des vordersten Hirnendes ist noch jetzt durchaus mustergültig. Von rein anatomischer Seite aus haben Stilling, Schröder v. d. Kolk, Deiters u. A. zunächst für die Medulla oblongata den Nachweis geführt, dass sie sich auf den Typus des Rückenmarks zurückführen lässt. — Eine eingehende Darstellung der Gehirngliederung erfordert ein sehr breites Material, wie es mir zur Zeit noch nicht zu Gebote steht. Die nachfolgende Skizze, zu welcher ich vorzugsweise durch Beobachtungen über die Entwicklung des Fischhirns veranlasst worden bin, soll zunächst blos ein

Versuch sein, die Anwendbarkeit einiger einfachen Betrachtungsweisen auf das vorliegende Problem zu zeigen.

Wie von Baer zuerst betont hat, so lassen sich bei den Embryonen aller Wirbelthierklassen (mit Ausnahme des völlig isolirt stehenden Amphioxus) am Gehirntheil des Medullarrohres Anfangs 3, später 5 hinter einander liegende Abtheilungen unterscheiden.

Diese sind:

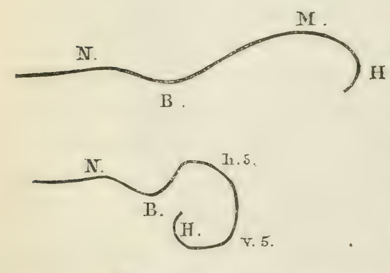
das primäre Vorderhirn, zerfallend in	Vorderhirn und Zwischenhirn
das primäre Mittelhirn	Mittelhirn
das primäre Hinterhirn, zerfallend in	Hinterhirn und Nachhirn.

Die 3 primären Abtheilungen erscheinen von der Rückenseite gesehen bauchig aufgetrieben und durch Einschnürungen von einander geschieden. Der vorspringende Theil des primären Vorderhirns wird jederseits zur Augenblase, mit deren Abschnürung die Scheidung des primären Vorderhirns in das eigentliche Vorderhirn und in das Zwischenhirn sich vollzieht. Die Trennungslinie des Hinterhirns und des Nachhirns fällt in die grösste Breite des primären Hinterhirns. Die erste Gehirngliederung kann schon angelegt sein, bevor noch der Schluss des Medullarrohres vollendet ist, und sie fällt mit einer Krümmung der Längsaxe des Keimes zusammen. Bei allen Wirbelthieren ist die Keimscheibe an der Grenze zwischen Kopf und Rumpf eingezogen. Im Kopftheil erhebt sie sich zu einer Falte (der vorderen Keimfalte), welche sich später umlegt. Die Tafeln der wichtigen Arbeit von Kowalewsky zeigen, dass sogar beim Amphioxus jene Biegungen nicht völlig fehlen (man vergl. bes. Fig. 30 der Kowalewsky'schen Schrift).

Die bezeichneten, im Bereich der Gehirnaxe am schärfsten hervortretenden Krümmungen können wir als primäre bezeichnen, sie kommen, wie erwähnt, dem Gehirn aller Wirbelthiere zu und, da sie mit der ersten Faltung der Keimscheibe oder Keimblase zusammenfallen, so sind sie als unmittelbare Folge der ungleichen Wachsthumsvertheilung zu betrachten.

Für die primären Krümmungen können wir folgende, zum Theil ältere, zum Theil neue Bezeichnungen benützen.

Nackenkrümmung	dorsalwärts convex,
Brückenkrümmung	dorsalwärts concav,
Mittelwölbung	dorsalwärts convex,
Hakenkrümmung	hakenförmige Rückbiegung des vordern Endes der Gehirnaxe.



Zu den primären Krümmungen kommen bei dem Gehirn der 3 höhern Wirbelthierklassen noch nachträglich 2 fernere Krümmungen hinzu, welche wir als secundäre bezeichnen können. Diese, an den beiden Grenzen des Mittelhirns auftretenden Krümmungen (Scheitelkrümmungen) haben zur Folge, dass das Mittelhirn, das früher von allen Hirntheilen am höchsten lag, nunmehr die vorderste Stellung einnimmt, und dass das Vorderhirn unter das Hinterhirn tritt. Die secundären Krümmungen der Gehirnaxe bilden sich sehr rasch aus; sie finden sich bloss bei den Thieren mit Amnion und ihr Erscheinen fällt zusammen mit dem Emporwachsen des Amnion über dem Kopf, ich habe sie daher in meiner Schrift

über die Entwicklung des Hühnchens als Folgeerscheinung der Amnionbildung aufgefasst.[1])

1. Die primären Krümmungen der Axe liegen der ersten Gliederung des Gehirnrohres zu Grunde. Hiefür habe ich in meiner grössern Arbeit theilweise bereits die Ableitung gegeben. Die Verbreiterung des primären Vorderhirns sowohl, als die des Hinterhirns lassen sich mit Hülfe eines Gummirohres leicht als nothwendige Folge der Krümmung demonstriren. Die verschiedenen sich ergebenden Abgrenzungen sind folgende: die Nackenkrümmung bezeichnet die Grenze von Rückenmark und Nachhirn, die Brückenkrümmung die Grenze von Nachhirn und Hinterhirn. Das Mittelhirn wird durch die Lage der Mittelwölbung, das Vorderhirn durch diejenige der Hakenkrümmung bestimmt.

2. Zu einer gegebenen Entwicklungsperiode können die primären Krümmungen bei den Embryonen verschiedener Thierklassen verschieden ausgebildet sein. Als Beispiel kann ein Vergleich zwischen dem Gehirn des Salmens und dem des Hühnchens dienen. Bei jenem treten Brückenkrümmung und Hakenkrümmung sehr früh und ausgeprägt hervor, während sie im gleichen Entwicklungsstadium beim Hühnchen erst schüchtern angedeutet sind.

3. Die Vertheilung der Krümmungen über die gegebene Länge des Gehirnrohres ist in verschiedenen Ordnungen des Wirbelthierreiches eine verschiedene. Dies führt zu Ver-

---

[1]) Die Brückenkrümmung, die beim Hühnchen erst spät sich ausbildet, hatte ich als secundäre, durch das Amnion bedingte Krümmung angesehen. Beim Fischembryo tritt sie sehr früh und sehr ausgeprägt auf, sie gehört somit unzweifelhaft in die Reihe der primären Krümmungen.

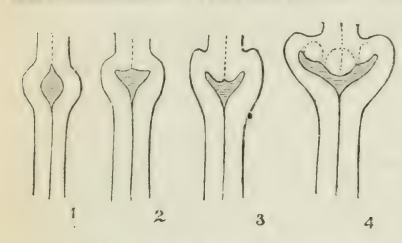
schiedenheiten in der relativen Entwickelung der einzelnen Gehirnabtheilungen, welche selbstverständlich ihren Ausdruck in der bleibenden Configuration des Gehirns finden.

4. Die primären Krümmungen nehmen im Lauf der Entwickelung bis zu einem gewissen Maximum zu, welches Maximum für die einzelnen Wirbelthierordnungen ein gegebenes ist. Am meisten ausgesprochen ist die Zunahme der Brückenkrümmung, deren Anfangs stumpfer Winkel selbst bei den Cyklostomen und bei den Batrachiern einem rechten sich nähert, während er bei den Knochenfischen und in gleicher Weise bei den Säugethieren zu einem sehr spitzen wird.

Die Zunahme der primären Krümmungen hängt zum Theil von der ungleichen Wachsthumsgeschwindigkeit des Medullarrohres und des mit ihm verbundenen vegetativen Rohres ab, zum Theil wird sie durch den Widerstand mit bedingt, welchen die äussere Umkleidung des Kopfes, das Hornblatt und weiterhin die parablastischen Gewebsschichten der Längenausdehnung des Rohres entgegenstellen. Eine Ausscheidung des letzteren Antheils ist mir zur Zeit nicht möglich.

Eine Verfolgung der Hauptabtheilungen des Gehirns ergibt folgende allgemeinen Verhältnisse: Im Bereich des Nachhirns und des Hinterhirns bildet sich durch Auseinanderweichen der Ränder des Medullarrohres die Rautengrube. Bekanntlich kommt es blos zu einer scheinbaren Oeffnung des Rohres, da ein verdünnter Rest der gezerrten Rückwand als Deckplatte des 4. Ventrikels sich erhält. Die Rautengrube kommt mit Ausnahme des Amphioxus sämmtlichen Wirbelthiergehirnen zu, durchweg zeigt sie ihre grösste Breite an der Grenze vom Nachhirn und Hinterhirn, d. h. am

Winkel der Brückenkrümmung. Die hintern Ränder der Grube zeigen in ihrem Verhalten wenig Abweichung, sie verlaufen als corpora restiformia mehr oder weniger stark divergirend nach vorn, um dann mit rascher Winkelbiegung in die vordern, die Anlage des Cerebellum darstellenden Grubenränder überzugehen. Bei diesen vordern Rändern ergibt sich nun eine gewisse Mannigfaltigkeit des Verhaltens. Die vier Möglichkeiten sind auf nebenstehendem Holzschnitt verzeichnet.



1. Die vordern Ränder der Spalte convergiren nach vorn und helfen somit in der That den hintern einen rautenförmigen Raum umgrenzen. Dieser Fall findet sich, soweit mir bekannt ist, nur bei Embryonen, z. B. bei jungen Knochenfischembryonen, realisirt.

2. Die vordern Ränder der Grube stossen unter einem Winkel von 180° auf einander. In dem Fall bildet das Cerebellum eine schmale Platte, welche sich quer über den vordern Abschnitt der Rautengrube spannt, so z. B. bei Petromyzon.

3. Die vordern Ränder der Grube convergiren nach rückwärts und verlaufen dabei gestreckt. Das Cerebellum bildet sonach eine dreieckige, in der Mittelebene stärker nach rückwärts vorspringende Platte. In geringem Maass findet sich dies Verhältniss beim Gehirn des Frosches, in etwas höherm scheint es nach Joh. Müllers Darstellung beim Gehirn der Myxinoiden ausgesprochen zu sein.

4. Die vordern Ränder der Grube convergiren nach rückwärts, bleiben indess nicht gestreckt, sondern erfahren jederseits eine Sförmige Biegung. Das Cere-

bellum zeigt unter diesen Umständen einen Mittelwulst und zwei, durch Furchen von jenem getrennte Seitenwülste; jenen kann man dem Wurm, diese den Hemisphären des menschlichen Kleinhirns zur Seite stellen. Dies Verhältniss findet sich bereits bei Knochenfischen, z. B. den Salmoniden, ferner bei beschuppten Amphibien, bei Vögeln und vor Allem bei den Säugethieren.

Die Entwickelung, welche das Cerebellum annimmt, wird hauptsächlich bedingt durch die Grösse der Brückenkrümmung. Die Cyklostomen und die Batrachier, bei welchen das Cerebellum nur als schmale Platte erscheint, haben auch die geringste Brückenkrümmung; bei den Knochenfischen und bei den höhern Wirbelthieren nimmt mit der Stärke der Brückenkrümmung auch die Massenentwickelung des Cerebellum zu.

Das Mittelhirn ist von sämmtlichen Gehirnabtheilungen diejenige, welche wegen des Geschlossenbleibens ihrer Decke vom Rückenmarktypus am wenigsten sich entfernt. Die relative Entwickelung des Mittelhirnes variirt bekanntlich sehr beträchtlich. Am mächtigsten wird sie bei den Knochenfischen, bei welchen die grossen lobi optici das Mittelhirn darstellen. Eine, soweit ich ersehe, durchaus constante Eigenthümlichkeit des Mittelhirns ist die Tförmige Faltung des grauen Rohres. Ein unterer und zwei seitliche Schenkel sind zu unterscheiden, und letztere können mehr oder weniger stark nach unten sich umklappen. In die beiderseits vorhandenen Rinnen zwischen dem untern Röhrenschenkel und den seitlichen betten sich die Hirnschenkel ein. Die Tförmige Gestalt der querdurchschnittenen Lichtung kann sogar als characteristisches Merkmal des Mittelhirns dienen und bei der Interpretation zweifelhafter Hirnabschnitte zur Verwendung kommen. Die bezeichnete Configuration fin-

det sich z. B. beim Lobus opticus der Fische, dessen viel discutirte innere Vorsprünge jüngst von Stieda eine sehr correcte Deutung erfahren haben.[1] Die beiden Längswülste (thalami optici von Gottsche) entsprechen den längsgefalteten Seitenwandungen des Mittelhirns und Stieda bezeichnet sie nicht unpassend als Pars peduncularis des Lobus opticus. Für das Mittelhirn der Knochenfische ergibt sich die weitere Complication, dass es mit dem hintern Theil seiner Decke über das kleine Hirn sich hinüber legt. Das kleine Gehirn erscheint förmlich invaginirt in das Mittelhirn und nach Abtragung der Decke des letztern zeigt sich das vordere Ende von jenem als ein unpaarer Wulst, der dem hintern Abschnitt der Pars peduncularis aufliegt. Auch dieses Verhältniss hat Stieda eingehend beschrieben, und an dem sich entwickelnden Salmenhirn konnte ich mich Schritt für Schritt von der Richtigkeit seiner Darstellung überzeugen.

Die Gliederung des primären Vorderhirns gestaltet sich bekanntlich weit complicirter als diejenige der übrigen Hirnabtheilungen. Aus dem primären Vorderhirn entstehen

die Augenblasen,
der Boden des 3. Ventrikels,
die Seitenwandung des 3. Ventrikels (thalami optici),
die Streifenhügel,
die Hemisphären und
die Riechlappen.

Die untere und Seitenwand des 3. Ventrikels stellen das Zwischenhirn von Baers oder den lobus ventriculi

---

[1]) Stieda, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XVIII, Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische p. 1 u. f.

tertii von Joh. Müller dar. Streifenhügel, Hemisphären und Riechlappen bilden das eigentliche Vorderhirn. Nach dem, was anderwärts über die Bildung der Hakenkrümmung mitgetheilt worden ist, ist klar, dass deren Entwickelung für die verschiedenen Scheidungsvorgänge von wesentlicher Bedeutung ist. Zunächst hängt mit dem Auftreten der Hakenkrümmung die Abschnürung der Augenblasen zusammen, und nach dem, was ich beim Hühnchen einerseits, beim Salmenembryo anderseits sehe, scheint mir, als ob frühzeitige starke Ausbildung der Hakenkrümmung auch die Bildung einer beträchtlichen Augenanlage bedinge und umgekehrt. Die Abschnürung der Augenblasen führt zu einer partiellen Schwächung der Wand des Medullarrohres. Der geschwächte Abschnitt wird zum Zwischenhirn und erfährt an seiner Decke eine scheinbare Spaltung. Hieraus mögen sich weiterhin wiederum nothwendige Beziehungen zwischen der Massenentwickelung der Augenblasen und derjenigen des Zwischenhirns ergeben, welche indess zu discutiren noch nicht an der Zeit erscheint.

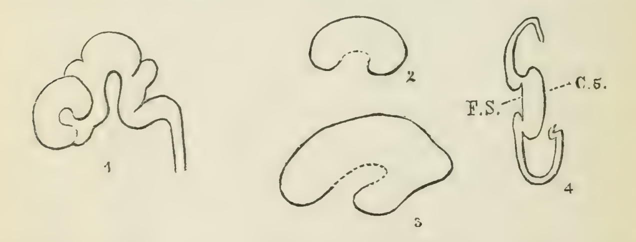
Wir können uns die ursprüngliche Medullarplatte in 5 Längszonen zerlegt denken, eine schmale Axialzone, 2 neben dieser herlaufende Basilarzonen und 2 den Rand der Medullarplatte bildende Marginalzonen. Im Rückenmark bilden die Basilarzonen die Vorderhörner, die Marginalzonen die Hinterhörner der grauen Substanz. Im Nachhirn und Hinterhirn bilden die Basilarzonen den grössern Theil der grauen Masse am Boden der Rautengrube sowie die grauen Brückenkerne, während die Marginalzonen in die graue Masse der Corpora restiformia und in das Cerebellum eingehen. Im Mittelhirn kommen die Basilarzonen auf den Boden, die Marginalzonen in die Decke des Aquæductus Sylvii zu liegen. Im Vorderhirn wird die Verfolgung der Zonen

etwas schwieriger. Die eigentliche Axialzone findet ihr Ende im Infundibulum; was darüber hinaus liegt, gehört den lateralen Zonen der Medullarplatte, vor Allem den Marginalzonen an. Zunächst ist es von Interesse, zu wissen, aus welcher Zone das Material für die Augenblasen geschnitten wird. Querschnitte durch das Gehirn im Bereich der Augenblasen lassen kaum einen Zweifel, dass die Augenblasen wesentlich aus den Basilarzonen stammen. Jedenfalls gilt dies von dem Blatt, das zur Retinabildung verwendet wird, während das zur Pigmentbildung verwendete vielleicht noch in die marginale Zone übergreift. Es würde sonach, der Abstammung zufolge die Retina den Vorderhörnern des Rückenmarks oder der grauen Substanz im mittleren Theil der Rautengrube entsprechen. In Uebereinstimmung damit ist es, dass der vorderste motorische Gehirnnerv der N. oculomotorius aus dem Mittelhirn entspringt.

Auf die verschiedenen Formen, die das Zwischenhirn annimmt, will ich hier nicht eintreten, nur hinsichtlich des Zwischenhirns der Knochenfische will ich meine Uebereinstimmung mit Stieda aussprechen, welcher die Lobi inferiores nebst dem Trigonum fissum als das in die Tiefe gedrängte Zwischenhirn betrachtet. Ein specielleres Studium der Entwickelung lässt die allmählige Verschiebung der lobi inferioris in sehr befriedigender Weise erkennen.

Die Hemisphären des Grosshirns bilden sich aus den marginalen Zonen des Medullarrohres. Ueber die Bedingung ihrer Entstehung habe ich mich anderwärts ausgesprochen. Bei ihrem ersten Hervortreten zeigen sie sich als gestielte blasige Vertreibungen, welche an ihrer Aussenseite mit einer, von der Wurzel ausgehenden Grube versehen sind. Beim Hühnchen z. B. ist ihre Gestalt Anfangs sehr übereinstimmend mit der Anfangs-

gestalt der secundären Augenblasen. Die an der Aussenseite der Hemisphären befindliche Grube correspondirt ihrer Lage nach genau der Riechgrube, und dient auch ursprünglich zu deren Aufnahme. Man kann dieselbe als die erste Anlage der fossa Sylvii bezeichnen. Mehr oder weniger ausgeprägte Andeutungen derselben scheinen bei keinem Wirbelthiergehirn ganz zu fehlen, mit Ausnahme vielleicht der niedrigsten Fischformen. Ihre grösste Ausbildung erreicht die Grube, sowie die Hemisphäre selbst bekanntlich bei den Säugethieren, und hier lässt sich sehr hübsch verfolgen, wie mit der stärkern Rückwärtsschiebung der Hemisphäre auch die fossa Sylvii eine schräge Richtung annimmt. Von der wulstigen Masse, welche dieselbe umgibt, liefert, wie aus beistehendem Holzschnitt zu ersehen ist, der vordere



Schenkel den Stirn- und Scheitellappen, der hintere Schenkel den Hinterhaupts- und Schläfenlappen. Die schärfere Trennung dieser letzten beiden Abtheilungen tritt von der Zeit an ein, da die Hemisphären das Cerebellum erreichen und auf diesem sich abplatten. Hinsichtlich der Windungen ist bekannt, dass sie bei Raubthieren parallel dem Rand der Grube verlaufen. Dass selbst beim Menschen trotz der verwickelteren Verhältnisse noch theilweise die correspondirende Anordnung der Furchen zu erkennen ist, das zeigt zum Beispiel die sog. Parallelfurche von Gratiolet.

Der an der Aussenseite der Hemisphären befindlichen Grube muss im Innern ein Vorsprung entsprechen. Ein solcher ist in der That leicht nachzuweisen und derselbe stellt sich an Durchschnitten sofort als die Anlage des Streifenhügels heraus (man vgl. z. B. den Hemisphärenquerschnitt eines circa 14wöchentlichen menschlichen Fœtus, Fig. 4 des obigen Holzschnittes).

Die grösste Mannigfaltigkeit der Entwickelung zeigen die Riechlappen, welche bald als Organe von der Mächtigkeit der Hemisphären vor diesen emporsteigen, bald als schmale Substanzstreifen deren Basis sich anlegen, bald auch in grössere Entfernung von jenen wegrücken, nur durch eine dünne Brücke mit ihnen im Verband bleibend. Der Substanzstreifen, aus welchem die Riechlappen hervorgehen, gehört dem vordern Rand der Medullarplatte an, und fällt, soweit ich bis jetzt ersehen kann, in den Bereich der Basilarzone. Er umfasst die Strecke, welche nach dem Hervortreten der Hemisphären zwischen der Wurzel der Hemisphären und derjenigen der Augenblasen liegt. Auch später findet die Anfügung des hintern Riechlappenendes an das übrige Gehirn bei der Verbindungsstelle der Hemisphären mit dem Zwischenhirn d. h. an der Wurzel der Hemisphären statt. Massgebend für das allmählige Hervortreten der Riechlappen und für ihre, bei manchen Ordnungen so bedeutende Längenausdehnung ist der Umstand, dass sie frühzeitig mit ihrem peripherischen Endapparat in Verbindung treten. Entfernt sich im Lauf der Entwickelung der peripherische Endapparat vom Gehirn, so wird gleichzeitig auch das vordere Endstück des Riechlappens mehr und mehr vom übrigen Gehirn abrücken.

Die Aufgabe, welche ich in obiger Skizze behandelt habe, bezieht sich ausschliesslich auf die gröbere Massen-

gliederung des Gehirnrohres. Eine zweite, weit wichtigere Frage, die sich an diese erste Aufgabe anknüpft, ist die nach der Bedeutung der Massengliederung für die physiologische Gliederung. Es sind zwei Fälle denkbar: entweder regelt im gesammten Centralnervensystem dasselbe Gesetz die Verbindungen der Zellengruppen mit einander und mit den peripherischen Theilen. Alsdann sind z. B. die Hemisphären von Gross- und Kleinhirn auch physiologisch den Hinterhörnern homolog, wie sie ihnen morphologisch homolog sind. Oder aber : die morphologische Gliederung bedingt die Möglichkeit oder Unmöglichkeit der einzelnen Verbindungen, sie bedingt somit im Gehirn eine besondere physiologische Gliederung, welche nur in wenigen Punkten derjenigen des Rückenmarkes entspricht. Ich muss es mir versagen, schon jetzt auf die Discussion dieser Frage einzutreten, obwohl zu ihrer Entscheidung bereits allerlei Material vorhanden ist.

Erinnerung an Prof. Christian Friedrich Schönbein.

Vorgetragen von

Prof. Peter Merian

in der

Sitzung der Naturf. Gesellschaft vom 4 Nov. 1868.

Es sind über die Lebensumstände unseres unvergesslichen Schönbein verschiedene Berichte erschienen, die Ihnen Allen näher bekannt sind. Namentlich werden Sie sich an der Darstellung erfreut haben, welche Herr Pfarrer Kündig bei der Leichenrede gegeben hat. Unser Herr Präsident beabsichtigt in nächster Zeit eine übersichtliche Darstellung der wissenschaftlichen Arbeiten mitzutheilen (sie ist seit Abfassung dieser Zeilen gedruckt worden und in Ihrer Aller Händen). Zur Ergänzung bleibt mir daher wenig zu thun übrig. Da ich jedoch von allen noch lebenden Mitgliedern unserer Gesellschaft dem Verstorbenen seit seiner Hieherkunft und während seiner 40jährigen Wirksamkeit in unserer Mitte wohl am nächsten gestanden habe, so erlaube ich mir einige Mittheilungen vorzulegen über die nähern Verumständungen seiner Hieherkunft und über seine allgemeine Wirksamkeit in unserer Gesellschaft, welche für seine Freunde von einigem Interesse sein dürften.

Im Sommer 1827 wurde ich von einer Brustkrankheit befallen, die mich zwang, mitten in einer Unterrichtsstunde abzubrechen, und die sich wider Erwarten in die Länge zog. Nachdem für das darauf folgende

Wintersemester nothdürftige Vorsorge für Versehung meines Unterrichts an Universität und Pädagogium war getroffen worden, suchte ich in der fortwährenden Hoffnung baldiger Erholung einen eigentlichen Ersatzmann, welcher, da er nur temporär für mich eintreten sollte, eben nicht so leicht zu finden war. Ein Versuch im Frühjahr 1828 schlug fehl. Im Juli 1828 wandte sich Dr. Engelhart, damals in Paris sich aufhaltend, an seinen Universitätsfreund, Professor Röper, um von mir Nachweisungen über einen geologisch-technischen Gegenstand zu erhalten. Herr Engelhart war durch eine von der Universität Göttingen gekrönte chemische Preisarbeit über das Blut als aufstrebender junger Mann bereits vortheilhaft bekannt. Ich nahm die Veranlassung, demselben das Anerbieten zu machen, für das bevorstehende Wintersemester, unter Ueberlassung meiner Besoldung, meine Funktionen an Universität und Pädagogium zu übernehmen. Er lehnte den Antrag ab, da ihm bereits eine Lehrstelle an der polytechnischen Schule von Nürnberg zugesichert war, empfahl mir aber, als durchaus geeignet, seinen damals ebenfalls in Paris weilenden Freund Schönbein, der geneigt sei, auf das Anerbieten einzutreten. Auf mein Ansuchen ertheilte er mir in nachstehendem Briefe einige nähere Nachweisungen über den mir gänzlich unbekannten Freund. Ich wusste damals nicht, dass Schönbein von seiner Studienzeit inTübingen her mit unserm kürzlich erst aus Deutschland zurückgekehrten Professor Andreas Heussler näher befreundet war.

„Schönbein ist selbst gestern nach London abgereist so dass ich nicht mehr im Stande bin, über die einzelnen Momente seines Lebens genau mich bei ihm zu erkundigen, desshalb also nur einstweilen so viel, als ich mit Bestimmtheit sagen kann. Schönbein als ein geborner

Württemberger begann seine Studien in Tübingen und trieb dort wenigstens anderthalb Jahre Physik und Chemie. Nach Verlauf dieser Zeit ging er in einige chemische Fabriken, um namentlich die Chemie praktisch genauer kennen zu lernen und brachte so ein bis anderthalb Jahre bei Boeblingen unweit Pforzheim und in Augsburg bei Dr. Dingler zu. Die Neigung, sich ganz der Wissenschaft zu widmen, führte ihn nachher wieder auf eine Universität und zwar nach Erlangen, wo er ein Jahr blieb. Mittlerweile wurde ihm angeboten, in die Knaben - Erziehungsanstalt zu Keilhau im Schwarzburgischen, in der Nähe von Rudolstadt, als Lehrer einzutreten, welchen Antrag er annahm und dort zwei Jahre lang in Chemie und Physik die Knaben unterrichtete, wobei er natürlich diese Fächer weiter zu studiren gezwungen war. Von da ging er nach England, wo er ganz nahe von London in einer Erziehungsanstalt in gleicher Eigenschaft eine Lehrstelle übernahm. Hier weilte er abermals ein Jahr und ging dann, um die berühmten Männer seines Faches hier zu hören, nach Paris. Während eines Jahres nun besuchte er hier unausgesetzt die Vorlesungen der Herren Gay-Lussac und Pouillet über Physik und die der Herren Thénard, Dumas und Clément über Chemie, zugleich arbeitete er auch in dem Laboratorium des Herrn Despretz in der Ecole polytechnique und hatte dort viel Gelegenheit, sich praktisch zu üben und noch zu lernen, da Herr Despretz ein geschickter Experimentator ist und namentlich in dieser Zeit viele meist neue Versuche anstellte, um, da er gerade mit der Bearbeitung eines Lehrbuches der Chemie[1]) beschäftigt ist, noch manchen dunkeln Gegenstand aufzuhellen. Dass Schönbein mit der Kunst, zu experimentiren, ganz vertraut

---

[1]) In welchem, beiläufig gesagt, das Kalium rein vergessen ist.

ist, lässt sich nicht anders erwarten, da er ja geraume Zeit Lehrer gewesen, obwohl nur für Knaben, allein nichtsdestoweniger viele Versuche gemacht haben wird. Noch hat er keine eigene Arbeit bekannt gemacht. Wie ich bereits die Ehre hatte, zu bemerken, so beschäftigte er sich vorzugsweise bisher mit der Chemie, ohne jedoch die Physik zu vernachlässigen. Noch hat er keinen akademischen Grad angenommen, theils weil er es in seinem bisherigen Verhältnisse für unnöthig hielt, theils weil er aus Mangel an Vermögen, wie ich weiss, daran verhindert ward. Dies würde sich jedoch, im Falle er nach Basel käme, sehr leicht, denke ich, arrangiren lassen. Uebrigens zeichnet er sich durch Klarheit und Schärfe im Denken aus und besitzt in vollem Maasse die Gabe, sich über jeden Gegenstand deutlich und bestimmt auszudrücken, wodurch er gewiss ganz vorzüglich zum Lehrer sich eignet. Was seinen Character betrifft, so ist er sehr achtungswerth, sein moralischer Wandel durchaus rein. Alle, die ihn kennen, schätzen ihn und da ich bereits vier Jahre lang in einem nähern Verhältnisse mit ihm stehe, so kann ich hier wohl auch aus eigener Erfahrung sprechen.

Dies ist es, was ich mit Grund der Wahrheit über Schönbein sagen kann; so viel ich weiss, wollen ihn seine Freunde in England dort auf längere Zeit fesseln, er aber zieht unbedingt das Vaterland vor, in welchem er gewiss längst schon Gelegenheit erhalten haben würde, sich zu fixiren, wenn er eifrig danach gestrebt hätte. Ist er einmal als öffentlicher Lehrer aufgetreten, so hat es heut zu Tage keine Schwierigkeit, in diesem Fache irgendwo angestellt zu werden, da man das Studium der Naturwissenschaft immer mehr und mehr für unerlässlich erachtet. Desshalb munterte ich denn auch meinen Freund Schönbein auf, eine solche Gelegenheit

zu benützen, wodurch er sich als Lehrer bekannt machen könnte und dann gewiss bald anderwärts angestellt werden würde.“

Nach eingeholter Zustimmung der Curatel, welche „nach genommener Einsicht der vorgelegten ehrenvollen Empfehlung keinen Anstand nahm, den Vorschlag zu genehmigen,“ schrieb ich an Schönbein und erhielt folgende zusagende Antwort:

„Ihr Zutrauen, welches Sie mir durch den Antrag einer so ehrenvollen Stellvertretung geschenkt haben, kann für mich nur schmeichelhaft sein und verpflichtet mich gegen Sie zum verbindlichsten Danke; meinerseits werde ich mein Möglichstes thun, demselben nach Kräften zu entsprechen. Es sind mir neulich mehrere Anträge gemacht worden, deren Annahme mir einen längern Aufenthalt in England unter den angenehmsten Verhältnissen möglich machte; ich ziehe indessen vor, einem verwandten Boden mich nach so langer Abwesenheit wieder zu nähern und nehme die mir von Ihnen gütigst angebotene Stelle unter den gemachten Bedingungen an.“

Ich glaubte damals, wir hätten an Schönbein nur einen unvollkommenen Ersatz für Engelhart gewonnen. Der Erfolg hat freilich anders gelehrt. Engelhart, welcher im günstigsten Falle nur kurze Zeit bei uns hätte bleiben können, da er die ihm zugesicherte Lehrstelle in Nürnberg antreten musste, starb nach wenigen Jahren im Jahr 1837.

Schönbein traf Ende October bei uns ein, zeitig genug, um mit antretendem Wintersemester seinen Unterricht beginnen zu können. In den ersten Tagen seines Hierseins betraf ihn ein Unfall. Bei einem Spaziergang nach dem Badischen wurde er von der dortigen Polizei abgefasst, die ihn mit Professor Snell verwechselte, auf

welchen sie, wie es scheint, zu vigiliren beordert war. Der Irrthum klärte sich indess sofort auf und konnte bei uns mehr als ein spasshaftes Abenteuer angesehen werden. Er gewann als tüchtiger Lehrer sofort das Zutrauen seiner Zuhörer, und namentlich wurde seine Gewandtheit bei Anstellung der Versuche in den chemischen Vorlesungen gewürdigt. Er scheint diese Gewandtheit sich schon frühe angeeignet zu haben, denn sein väterlicher Freund und Lehrer, Professor Pfaff in Erlangen, im Experimentiren nicht besonders geschickt, vor welchem er einige glänzende Verbrennungsversuche in Chlorgas ausführte, rief damals voll Bewunderung aus: Sie werden der grösste Chemiker von Europa!

Schönbeins umgängliches Wesen machte ihn bei Collegen und in weitern Kreisen bald bekannt und beliebt. Er selbst fand sich in unsern Verhältnissen sehr schnell zurecht. Da ich meine Lehrthätigkeit immerfort nicht übernehmen konnte, gab die Curatel mit Vergnügen ihre Zustimmung zur Fortführung des angebahnten Verhältnisses. Unter dem Rectorat von DeWette und dem Dekanat von Professor Christoph Bernoulli ertheilte ihm die philosophische Fakultät im Dezember 1829 den Grad eines Doctors der Philosophie, honoris causa als Scientiarum physicarum et Chemiæ artis peritissimum et de studiosa juventute in hac Academia optime meritum.

Die politischen Wirren, die sich in den nächstfolgenden Jahren erhoben und die Trennung von Stadt und Land herbeiführten, nahmen Schönbeins Theilnahme lebhaft in Anspruch. Er half von Anfang an getreulich die Interessen der Stadt zu verfechten, und die Ereignisse trugen mächtig bei, ihn mit ganzem Herzen unter uns zu verbürgern. Bekanntlich nahm er längere Zeit hindurch Theil an der Redaction der „Basler-Zeitung". Der einige Zeit hindurch etwas ungewisse Zustand der

Verhältnisse unserer Universität liess Herbeiführung von Aenderungen nicht rathsam erscheinen. Als aber der Grosse Rath am 9. April 1835 das neue Universitätsgesetz angenommen hatte, trat ich definitiv von meiner Stelle zurück und Schönbein wurde zum ordentlichen Professor der Physik und Chemie ernannt, nachdem er sieben Jahre hindurch unter uns als Lehrer thätig gewesen. Die feierliche Eröffnung der neu gestalteten Universität fand den 1. October 1835 im Chor des Münsters statt. Nach der Rede des Rectors DeWette hielt Schönbein als neu erwählter ordentlicher Professor seine Antrittsrede. Ein darin freilich bloss historisch erwähntes Citat von Baco, welcher Plato einen philosophischen Windbeutel nannte, gab in einigen Kreisen merklichen Anstoss. Bereits in der allerersten Zeit von Schönbeins Hiersein waren einige seiner Aeusserungen gegen die deutsche speculative Philosophie übel vermerkt worden.

Ich erlaube mir nunmehr noch einige kurze Mittheilungen über Schönbeins Thätigkeit in unserer naturforschenden Gesellschaft. Er wurde bald nach seiner Ankunft in Basel, den 19. November 1828, als Mitglied aufgenommen. Der damalige beständige Präsident und Gründer unserer Gesellschaft, Professor Huber, der sonst den nichtbaslerischen Mitgliedern unserer Lehrerschaft mit einigem Misstrauen entgegenzutreten pflegte, fasste bald zu ihm ein besonderes Zutrauen. Nach dem erfolgten Tode des Präsidenten Huber wurde beschlossen, die Statuten zu revidiren und zu dem Ende den 16. December 1829 eine vorberathende Commission, ein eigentlicher Verfassungsrath, aufgestellt, in welche auch Schönbein als Mitglied erwählt wurde. Gesetzlichen Formalitäten seinem ganzen Wesen nach abhold, sprach er sich lebhaft gegen die Aufnahme verschiedener neuer

Bestimmungen aus. Seine Meinung drang indess nicht durch; es wurden dieselben in die neue, von der Gesellschaft genehmigte Verfassung aufgenommen, kamen indess, zum Theil aus Ursache der bald eingetretenen, in alle unsere Verhältnisse Störung bringenden politischen Wirren, niemals zur Vollziehung. Bis zum Jahr 1835 enthalten unsere Protocolle einzelne Mittheilungen von Schönbein, jedoch keine selbstständigen Arbeiten. Im Jahr 1832 wurde er zum Vicesecretär erwählt, ein sehr bescheidenes Amt, da es in der Regel nichts zu thun gibt. Als im Jahr 1835 zum ersten Mal der Vorschlag zur Herausgabe gedruckter Berichte über unsere Verhandlungen zur Sprache kam, nahm Schönbein denselben lebhaft auf, weil er darin ein geeignetes Mittel zur Consolidirung der Gesellschaft erblickte. Das erste Heft unserer Berichte, die Verhandlungen vom August 1834 bis Juli 1835 umfassend, gibt Nachricht über einen Vortrag Schönbeins über die Isomerie chemischer Verbindungen, mehr eine historische Zusammenstellung als eine selbstständige Arbeit. Seine eigentliche wissenschaftliche Thätigkeit beginnt erst mit dem Winter 1835 auf 1836, also nach seiner Erwählung zum ordentlichen Professor und nach seiner Verheirathung, mit Untersuchungen über die Passivität des Eisens und über die chemische Thätigkeit der Voltaischen Säule. Er machte es sich zum besondern Vergnügen und zur angenehmen Pflicht, die Ergebnisse seiner Untersuchungen immer erst der Gesellschaft vorzulegen, ehe er sie in verschieden wissenschaftlichen Zeitschriften der Oeffentlichkeit übergab. Er empfand es jedoch etwas unangenehm, dass der Redactor unseres zweiten Berichts seine Untersuchungen, auf die Zeitschriften, in welchen sie sich abgedruckt finden, hinweisend, nur kurz erwähnte, die Erklärung seines vortrefflichen Freundes,

des Professors der Philosophie, Friedrich Fischer, auf die er wenig gab, hingegen in extenso einrückte. Diese ersten Arbeiten Schönbeins über die Passivität des Eisens fanden erst bei manchen Physikern, namentlich auch in unserer nähern Umgebung, eine kühle Beachtung, Faraday in London griff sie hingegen lebhaft auf, und ermunterte ihn, in seinen Untersuchungen fortzufahren, da er in denselben den Keim zu weitern wissenschaftlichen Entdeckungen erblickte. In einer 1837 in Basel bei Neukirch erschienenen Schrift „das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff", die er Faraday widmete, stellte Schönbein die bis dahin gewonnenen Ergebnisse über den Gegenstand zusammen.

Von der erwähnten Epoche an finden wir unsern Schönbein in unermüdlicher wissenschaftlicher Thätigkeit. Eine wichtige chemische Entdeckung folgte der andern und eröffnete neue Gesichtspunkte über Thatsachen, die man schon längst wissenschaftlich abgeschlossen glaubte. Es ist hier nicht der Ort, eine nähere Aufzählung aller dieser Entdeckungen zu geben; es wird dieselbe, wie bereits erwähnt, von anderer Seite versucht werden. Wir führen blos an, als einige der hervorragendsten, die in das Frühjahr 1840 fallende Entdeckung des Ozons, anfänglich von Vielen nicht gehörig beachtet oder missdeutet, gegenwärtig aber allgemein als eine der wichtigsten Erweiterungen der Chemie der Neuzeit anerkannt. Ferner die in das Ende des Jahrs 1845 fallende Entdeckung der Schiesswolle und des Collodiums, die namentlich dazu beigetragen hat, Schönbeins Namen auch in weitern Kreisen berühmt zu machen. Alle diese Entdeckungen wurden, sowie sie zu Stande kamen, unserer Gesellschaft vorgelegt. Wem unter uns schwebt nicht lebhaft das Bild unseres verewigten Freundes vor Augen, wie er hinter der Reihe

seiner Reagentienflaschen die einfachen, sinnreichen Versuche, welche er zu seinen wichtigen Entdeckungen sich ausgedacht hatte, uns vorführte. Seit dem Jahre 1835 war Schönbein unbezweifelt das thätigste Mitglied unserer Gesellschaft, und welches ihre Sitzungen durch die zahlreichsten und wichtigsten Mittheilungen belebte. Ein oberflächlicher Blick in unsere gedruckten Verhandlungen gibt davon den überzeugendsten Beweis.

Die Gesellschaft wusste auch sofort die Leistungen Schönbeins für Anregung ihrer wissenschaftlichen Thätigkeit zu würdigen. Im Jahr 1836 wurde er zum Vicepräsident erwählt, im Jahr 1838 zum ersten Mal zum Präsidenten, welches Amt ihm auch jeweilen für die reglementarisch zweijährige Periode 1844, 1848, 1852 und 1856 wieder übertragen worden ist. Bei der in Basel im Jahr 1838 abgehaltenen Versammlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft wurde er zum Vicepräsident ernannt. Als im Winter 1839 auf 1840 einige unserer Mitglieder den ersten Versuch machten, in einzelnen Abendvorlesungen Vorträge für ein allgemeineres Publicum über wissenschaftliche Gegenstände abzuhalten, half Schönbein bei der Ausführung getreulich mit. Der Versuch war damals neu, selbstständig gegründet auf das vermuthliche Bedürfniss unserer Bevölkerung, nicht Nachahmung auswärtiger Beispiele, denn ähnliche Einrichtungen kamen anderwärts meist erst in spätern Jahren zu Stande. Es ist bekannt, welchen erfreulichen Anklang diese Vorlesungen bei uns gefunden und wie sie sich allmählig zu der Reihe der populären Vorträge gestaltet haben, die jeden Winter gehalten werden. Schönbeins Vorträge gehörten zu den besuchtesten und beliebtesten.

In den Jahren 1848 und 1849 wurde das neue Museumsgebäude bezogen und die naturwissenschaft-

lichen Laboratorien und Sammlungen aus dem alten Locale des Falkensteiner-Hofes in das neue übergesiedelt. Auch das Sitzungszimmer unserer Gesellschaft wurde in das neue Gebäude verlegt. In dem Verein, welcher sich gebildet hatte, um durch einen Aufruf zu Geldbeiträgen an das Publikum das Zustandekommen des neuen Unternehmens zu ermöglichen, war auch Schönbein von der naturforschenden Gesellschaft aus als Mitglied bezeichnet worden. Bei der am 26. Nov. 1849 veranstalteten Einweihungsfeier brachte er die Gründung des Museumsvereins zur Sprache, bestimmt durch Beiträge seiner Mitglieder zur Aeufnung der in dem Gebäude aufbewahrten öffentlichen Sammlungen mitzuwirken. Der Verein constituirte sich im darauffolgenden Frühjahr, erwählte Schönbein zu seinem Präsidenten, eine Stelle, die er bis an seinen Tod bekleidet hat. Er konnte jedoch nicht ohne Anwandlung eines schmerzlichen Gefühls von den Räumen des Falkensteiner-Hofes sich trennen, dem Schauplatze seiner täglichen Arbeiten und seiner Entdeckungen, für welchen er eine Anhänglichkeit gewonnen hatte. Mit merklichem Behagen liess er sich die Benennung Falkensteiner gefallen, mit welcher der verstorbene Jung die Arbeiter im alten Locale der naturwissenschaftlichen Anstalten zu bezeichnen pflegte.

Es war unserm Freunde das schöne Loos verliehen, seine wissenschaftlichen Forschungen mit ungeschwächter Arbeitskraft bis zu seinem Tode, der so überraschend für uns Alle eingetreten ist, fortsetzen zu können. Den letzten Vortrag über Blausäure, und namentlich über ein empfindliches Reagens zur Entdeckung derselben, hielt er am verflossenen 24. Juni in einer Sitzung, wozu wir unsere Nachbarn von Rheinfelden eingeladen hatten, und die zu einer kleinen Festlichkeit

sich gestaltete, an welcher er mit warmem Herzen sich betheiligte.

Möge nach dem erlittenen herben Verlust das wissenschaftliche Leben in unserer Gesellschaft, zu dessen Anregung der Verstorbene so mächtig beigetragen, uns ungeschwächt erhalten bleiben.

Erinnerung an Dr. Ludwig Imhoff.

Vorgetragen von

Prof. L. Rütimeyer

in der

Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft vom 4. Nov. 1868.

Die kurze Dauer des menschlichen Lebens bringt es mit sich, dass grössere und thätigere Gemeinwesen unter dem alljährlichen Ausfall ihrer Angehörigen jeweilen eine Anzahl von Personen aufzuzählen haben, deren Leistungen das gewöhnliche Maass überschreiten und daher einer bleibenden Erinnerung auch über die nächste Umgebung hinaus sicher sind. Auch für Basel fliesst so kaum ein Jahr ab, das nicht empfindliche Lücken der Art zurücklässt, selbst ohne dass durch besondere Eingriffe die normale Sterblichkeit erhöht wäre; und es liegt keine Undankbarkeit in der Betrachtung der Ueberlebenden, dass der Verlust einen Theil seiner Schärfe dadurch verliert, dass er in der Regel die verschiedenen Kreise der Gesellschaft mehr oder weniger nach dem Verhältniss ihrer numerischen Vertretung trifft.

Um so empfindlicher erscheinen daher die Schläge, wenn sie ohne bemerkbaren äusseren Anlass einzelne Kreise mit ausnahmsweiser Stärke treffen. Niemand wird aber läugnen können, dass die naturforschende Gesellschaft in dem noch nicht abgelaufenen Jahre 1868 sich in diesem Falle befindet, nicht nur insofern, als sie innerhalb von nicht ganz 9 Monaten nicht wenige

als 5 von ihren 128 Mitgliedern abscheiden sah (eine Sterblichkeit von 40 %, fast das Doppelte der für Basel im Allgemeinen annehmbaren Norm), sondern noch in viel höherm Maasse dadurch, dass die Mehrzahl der für uns Zurückgebliebenen, sei es auf dem allgemeinen Boden des wissenschaftlichen Lebens, sei es auf dem specielleren der Naturforschung, wie wohl bekannt, hervorragende und zum Theil selbst erste Stellen eingenommen haben.

Die Zurückgebliebenen sind:

Herr	Dr. Elias Burckhardt	gestorben	25. Januar.
„	Prof. Andr. Heusler-Ryhiner	„	11. April.
„	„ Carl Streckeisen	„	27. August.
„	„ C. F. Schönbein	„	29. „
„	Dr. L. Imhoff	„	13. September.

Die letzten drei, Streckeisen, Schönbein und Imhoff, der naturforschenden Gesellschaft durch Interesse und Leistungen in besonderm Grade angehörig, unerwartet und rasch dahingerafft in der Frist von 16 Tagen! Drei Männer, zwar auf verschiedenem Gebiet der Naturforschung und mit verschiedenem äusserm Erfolge thätig, aber doch in einer Beziehung und zwar in derjenigen, welche den Mann am meisten ehrt, in Eine Linie gehörig: jeder in seiner Weise und nach seinen Kräften ein Vorbild treuer Hingebung an das wissenschaftliche Gebiet, das er sich zu seinem Arbeitsfeld gewählt, und gleichzeitig treuer Pfleger der ihm anvertrauten öffentlichen Pflichten; jeder arbeitsam, unverdrossen, treu und wahr, Eigenrücksichten abgewendet, der Förderung des Wissens, sei es in engerem oder weiterem Kreise, vorwiegend zugewendet — wahrlich in so kurzer Frist ein schmerzlicher Verlust!

Hat Streckeisen bleibende Denkmäler seines wissenschaftlichen und gemeinnützigen Strebens vornehmlich

in einer Anstalt zurückgelassen, welche, gutentheils durch seine Bemühungen, aus kleinen Anfängen sich rasch zu einer weitbekannten und segensreichen Zierde unserer Stadt erhob; und wirkte Schönbeins jugendfrisches Genie auf Kreise, die unserer Trauer um sein frühes Abscheiden die Theilnahme der Naturforscher aller Länder sichert, so vertritt Imhoff, wenn auch wohl als Mann der Wissenschaft in der Vaterstadt weniger gekannt als die beiden ersten, doch eine Seite derselben, welche vor allem den Kreis, dem er seine Thätigkeit mit Vorliebe widmete, die naturforschende Gesellschaft, zu einem Nachruf auffordert. Imhoff wird allerdings wohl am wichtigsten characterisirt als Vertreter jener vorwiegend vaterländischen Wissenschaft, wie sie seit dem zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts in der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft ihren äussern Ausdruck fand. Er gehört in eine Linie mit den Samuel Wyttenbach, Samuel Studer, Fr. Meissner, C. F. Hagenbach, H. R. Schinz, J. J. Bremi und so vielen andern Männern, welche sich die Pflege der vaterländischen Naturkunde nicht nur zur wissenschaftlichen Aufgabe, sondern gewissermassen zur Herzensangelegenheit machten und deren Denkmäler in den schweizerischen naturhistorischen Museen und den darauf bezüglichen Schriften zu suchen sind. Aus diesem Gebiete hatte sich bekanntlich Imhoff die Entomologie zum ausschliesslichen Gegenstand seiner Arbeit gewählt und zwar vorwiegend in streng systematischer Absicht, indem er hauptsächlich Antheil nahm an einer der Aufgaben, die sich die schweizerische naturforschende Gesellschaft nothwendiger Weise in erste Linie gestellt hatte, nämlich die Naturkunde des Vaterlandes durch genaue Kenntniss seiner Fauna und Flora nach den von der Cuvier'schen Schule ausgegangenen Principien eine sichere Basis zu gewinnen, auf welcher

dann die schwierigeren Aufgaben der Vergleichung mit andern Gebieten sowie der fernern sich hieran knüpfenden Untersuchungen sich aufbauen könnten.

Dass Imhoff sich dabei aus dem ungeheuren Reich der Insekten überdiess noch einzelne Gruppen zum speciellen Ziel seiner Untersuchungen auswählte, kann in den Augen des Fachmannes ihm nur zum Lob gereichen; nur so war es möglich, dass er schliesslich in dem Bereich der Coleopteren und Hymenopteren nicht nur innerhalb des Vaterlandes sich eine allgemein anerkannte Autorität erwarb, sondern auch im Ausland ein so unbestrittenes Ansehen genoss, dass ein guter Theil der Arbeit seiner letzten Jahre in der Prüfung von Sammlungen, hauptsächlich aus der schwierigen Ordnung der Hautflügler, bestand, die ihm von in- und ausländischen Gelehrten und Museen zugesandt wurden. Imhoffs Name wird somit als der eines vorragenden Systematikers auf dem Gebiet der Coleopteren und der Hymenopteren unserer Gesellschaft eine bleibende Zierde sein; vergönnen Sie mir daher, und zwar als einem seinen Arbeiten fern Stehenden, unter Mithülfe von Urtheilsfähigern, welchen ich billig diese Aufgabe hätte überlassen sollen, einzelne Blicke auf die Bahn zu werfen, die den Verstorbenen zu diesem Ziel gebracht.

Sowie auffälligere, von der alltäglichen Bahn des bürgerlichen Privatlebens abweichende oder darüber hinausgehende Leistungen wohl in den meisten Fällen auf frühere äussere Antriebe werden zurückgeführt werden können, so wird uns auch von Imhoffs nächsten Freunden mitgetheilt, dass der Keim zu dessen Lieblingsneigung wohl in der Anregung zu suchen sei, die er von Seite von Lehrern und Genossen während seiner von dem damals gewöhnlichen Bildungsgang abweichenden Jugenderziehung erfahren hatte. Seine erste Bildung erhielt er

nämlich, statt in den damals keineswegs in blühendem Zustand befindlichen öffentlichen Lehranstalten, in dem von Hopf aus Thun nach Pestalozzi'schen Grundsätzen eingerichteten Institut, wo nicht nur bedeutende Lehrer, sondern vielleicht in noch höherm Grade der reichliche und freie Verkehr mit begabten Cameraden Talente zur raschen Entwicklung brachten, die möglicherweise unter andern Umständen nicht zur Blüthe gelangt wären. War auch sein Vater, der Handelsmann Hieron. Imhoff, wie schon die Wahl der Erzieher seines Sohnes zeigt, ein selbstständig denkender, von Gewohnheiten unabhängiger, vielmehr Neuerungen eher zugethaner Mann, so leiten doch Imhoffs Jugendgenossen einen guten Theil der Schüchternheit und Zurückgezogenheit, welche Imhoff noch im spätern Alter eigen war, und sicher vielfach hemmend auf ihn einwirkte, von der Strenge des väterlichen Einflusses her.

Von den Lehrern am Hopf'schen Institut ist uns besonders Schmeller genannt worden, der spätere berühmte deutsche Sprachforscher, der kurz vor seinem Aufenthalt in Basel als bairischer Offizier die spanischen Feldzüge unter Napoleon durchgemacht hatte. Mehr wirkte aber wohl auf den von Natur ohnedies reich ausgestatteten Imhoff ein Kreis junger begabter Freunde, verbunden durch gemeinsame Liebhaberei und Wetteifer für Naturkunde, und setzte schon damals seiner Thätigkeit das Ziel, dem er Zeitlebens treu geblieben ist. Unter diesen war es vor Allen ein Sohn des mit Imhoffs Vater eng befreundeten Botanikers, C. F. Hagenbach, des Verfassers der Flora basileensis, der früh verstorbene Jacob Hagenbach, dessen entschiedene Hinneigung zur Naturkunde sich schon im Hopf'schen Institut mächtig Luft machte und um so mehr auf seine Umgebung einwirkte, als Hagenbach

eine bedeutend angelegte äussert lebhafte Natur war, witzig, mitunter auch zu schlimmen Streichen bereit, für die Lehrer ein keineswegs bequemer Schüler, allein geistig überaus begabt und der Botanik, wohl als einer Art väterlichen Erbthums, sowie der Insektenkunde von vollem Herzen zugethan. Schon im Hopf'schen Institut wurden daher Pflanzen getrocknet, Insekten gesammelt und Raupen aufgezogen und da sicherlich der Grund gelegt, dem dann freilich Imhoffs Arbeitsamkeit und Ausdauer weit reichere Früchte abzugewinnen wusste als Hagenbach, von dem nur zwei kleinere Arbeiten, der Anfang eines von Labram illustrirten Kupferwerkes, Symbola Faunæ Insectorum Helvetiæ und eine Monographie des javanischen Käfergeschlechts Mormolyce, publicirt wurden. Freilich starb Hagenbach, nachdem er während einigen Jahren dem entomologischen Theil des Reichsmuseums in Leyden, dieser reichen Bildungsstätte für Naturforscher, als Conservator vorgestanden, früh. Seine Sammlung von 15,000 Insekten ging dann durch Geschenk seines Vaters in den Besitz unseres Museums über.

Eine andere, wenn auch mit Mühe und allerlei Schwierigkeiten herangereifte Frucht aus jenem Bund junger Naturforscher treffen wir auch in unserer Nachbarstadt Liestal. Die Gebrüder Banga von Mönchenstein, die aus dem Herrnhuter Institut in Neuwied ähnliche geistige Anregung und Vorliebe an Naturkunde in die Heimath zurückgebracht, schlossen sich unsern Freunden aus dem Hopf'schen Institut an, und es ist manchem unter Ihnen bekannt, welche Liebe und Ausdauer der frühere Vorsteher der Erziehungsbehörde des Cantons Basselland dem naturhistorischen Museum seiner Vaterstadt zugewendet hat, das ihm fast allein seinen dermaligen Bestand zu verdanken hat.

Im Jahre 1817 trat Imhoff in das hiesige Pädagogium, wo er den Grund legte zu der tüchtigen gelehrten Bildung, die ihn auszeichnete. Seine reiche Begabung, durch treffliches Gedächtniss, gewissenhaften Fleiss und Pünktlichkeit in seinen Arbeiten unterstützt, erwarben ihm auch hier den vollen Beifall seiner Lehrer, die grosse Hoffnungen auf ihn setzten; dass er zu den besten Schülern gehörte, geht unter anderm daraus hervor, dass er in jeder Classe mit ausnahmsweisen Prämien belohnt wurde. Trotz dem Fleiss, mit welchem er den humanistischen Studien oblag, kam indess auch hier die ihm schon so liebe Insektenwelt nicht zu kurz; alle freie Zeit wurde ihr gewidmet und reichliche entomologische Excursionen in die Umgegend angestellt.

An der Universität, die er 1820 bezog, immatriculirte er sich zunächst als Studiosus Juris, da ihn sein Vater die juristische Bahn betreten zu lassen wünschte; doch schon nach Ablauf eines halben Jahres entschloss er sich zum Studium der Medicin, das er dann bald auf den Rath von Prof. Hagenbach zuerst in Strassburg, dann in Heidelberg fortsetzte und in Halle und Berlin zum Abschluss brachte. An diesen Universitäten, namentlich in Heidelberg und Halle, war es dann, wo seine Jugendliebe durch Berührung mit einer Anzahl von Männern, die sich später zu dem ersten Rang von Naturforschern erhoben, von neuem kräftige Förderung erfuhr und nun zum ernsten Ziel seines wissenschaftlichen Strebens heranreifte. In Heidelberg waren es Agassiz, Alex. Braun, die Gebrüder Schimper, mit welchen Imhoff in das Verhältniss persönlicher Freundschaft und geistigen Verkehrs trat, das selbst durch die spätere bleibende Trennung der Personen nicht zerrissen wurde. Noch in späten Jahren war für Agassiz bei den seltenen Besuchen, die ihn aus Amerika in die Schweiz

zurückführten, in Basel Imhoffs Haus das Absteigquartier. In Halle erfreute sich Imhoff namentlich des anregenden Umgangs mit dem trefflichen Entomologen Germar, der dann indirect die ebenfalls bleibende Verbindung mit Oswald Heer anbahnte. Germar erzählte mir öfter, schreibt mir Heer, von seinem lieben Schüler Imhoff, daher ich nach meiner Heimkunft im Jahr 1831 ihn aufsuchte und mit ihm in eine Verbindung trat, die stetsfort eine sehr freundliche geblieben ist.

Von Berlin, wohin ihn namentlich die Klinik Hufelands geführt hatte, kehrte Imhoff im Jahre 1826 nach Basel zurück, das er von da an auf längere Zeit nicht mehr verliess. Von diesem Jahre an datirt sich auch seine öffentliche Thätigkeit, die sich ziemlich gleichmässig in die Ausübung der Pflichten theilte, zu welchen ihn sein Beruf einerseits, seine Lieblingsneigung anderseits führten. Nach beiden Seiten, als practischer Arzt und als Naturforscher, war Imhoff, wie wir Alle wissen, während dieser 32 Jahre ein Vorbild ebenso ausdauernder und pünktlicher als anspruchsloser Arbeitsamkeit, niemals müssig und stets eifrig auf Weiterbildung nach beiden Richtungen bedacht. Mögen seine Jugendfreunde vielleicht den Eindruck haben, dass seine späteren Erfolge nicht den Erwartungen entsprachen, die seine Begabung, seine bedeutende Arbeitskraft und sein reges Interesse für jedes Gebiet des Wissens erwarten liess, und hat überdies die ihm eigenthümliche Zurückgezogenheit und Schüchternheit des Benehmens vielleicht häufig seine Leistungen geringer erscheinen lassen als sie es verdienten, so hat er sich doch durch seine Bescheidenheit und den allem Wahrem, woher es auch kommen mochte, offenen Sinn und die unablässige Sorge für sein Weiterforschen die vollste Hochachtung aller Derjenigen erworben, die ihm nahe standen, und

mancherlei bleibende Spuren eines durchaus edlen Strebens zurückgelassen.

Mag namentlich dem Arzte trotz seiner vielfachen und gründlichen Kenntnisse jene Schüchternheit oft im Wege gestanden haben, so gehört es doch zur Characteristik Imhoffs, dass er auch nach dieser Richtung, wo es nöthig wurde, seine Dienste zum öffentlichen Wohl anbot, und nichts versäumte, um seine Kenntnisse auf der Höhe der Wissenschaft zu erhalten; indem er nicht nur der neuen medizinischen Litteratur gewissenhaft folgte, sondern auch bis in die letzte Zeit ein eifriges Mitglied der medizinischen Gesellschaft und selbst ein fleissiger Besucher der Kliniken war.

Gleiches Gepräge der Arbeitsamkeit und Pünktlichkeit trägt seine Laufbahn als Naturforscher. Von seiner Rückkehr nach Basel an habilitirte er sich als Docent der Zoologie und insbesondere der Entomologie an der Universität, und auch hier kann Imhoff als Vorbild gewissenhafter Pflichterfüllung gelten. Während ihm Leichtigkeit in der schriftlichen Darstellung nicht abgesprochen werden kann, so fehlte seinem mündlichen Vortrag die Anregung und das Leben, die den Zuhörer gewinnen. Aber trotz der geringen Aufmunterung, die ihm von Seiten seiner Schüler zu Theil wurde, hat er seine Vorlesungen, die während einer langen Reihe von Jahren eine freiwillige Leistung an die Hochschule waren, mit musterhafter Treue fortgeführt, sowie er auch zu den öffentlichen Vorträgen, einer althergebrachten öffentlichen Forderung an die hiesige Universität, seinen Beitrag nicht versagte. Zur besondern Freude gereichte es ihm, jungen oder ältern Liebhabern von Insekten hülfreich an die Hand zu gehen, und wir dürfen nicht zweifeln, dass in dieser Richtung noch manches Samenkorn aufgehen werde, das Imhoff vielleicht ganz im Stillen hin-

gelegt hat. Eine freiwillige Leistung, der er ebenfalls nach seiner gewissenhaften Art viel Zeit widmete, war auch die von ihm seit 1826 übernommene Pflege eines Theils der entomologischen Sammlung des Museums. Fehlte es ihm hier auch trotz seiner Pünktlichkeit in seinen litterarischen Arbeiten an dem praktischen Geschick und an dem sichern Ordnungssinn, die freilich bei keiner andern Art von Sammlungen in höherm Maasse erfordert werden, als bei entomologischen, so hat er doch auf die genaue Bestimmung der ihm anvertrauten Abtheilungen einen grossen Fleiss verwendet.

Ein nicht minder treues Mitglied war Imhoff, wie Ihnen noch in frischer Erinnerung ist, unserer cantonalen naturforschenden Gesellschaft, der er von 1826 an, sowie der schweizerischen naturhistorischen Gesellschaft, der er seit 1827 angehörte. In den Sitzungen der erstern fehlte er selten, die Jahresfeste der letztern besuchte er häufig. Und wenn er sich auch an Discussionen nicht oft zu betheiligen pflegte, so war es, wenn es geschah, jeweilen auf Gebieten, denen er völlig gewachsen war; alle seine Aeusserungen hinterliessen den Eindruck, dass Imhoff nicht nur gründliche Kenntnisse besass, und über eine ausgedehnte Lectüre verfügte, sondern auch, dass er vor seiner wie aller Andern Wissenschaft durchweg eine hohe Achtung hegte.

Die schweizerische entomologische Gesellschaft, der er ein Jahr nach ihrer Gründung 1859 beitrat, ehrte sein bedeutendes Wissen, indem sie ihn zu ihrem Präsidenten für 1868 ernannte, sowie auch eine Anzahl auswärtiger gelehrter Gesellschaften in Deutschland, in Oesterreich und Russland es sich zur Ehre anrechneten, Imhoff als Mitglied zu besitzen. Auf das Ansuchen Agassiz versah er auch das grosse nordamerikanische

Museum in Cambridge mit einer sehr ansehnlichen Sammlung europäischer Insekten.

Wie sehr endlich der moralische Character Imhoffs und seine Leistungen als Familienvater, als Freund, als Bürger den auf der wissenschaftlichen Bahn ihn leitenden Maximen entsprachen, ist an geeigneter Stelle von befugterer Seite hervorgehoben worden und lebt sicherlich in seiner Nächsten Herzen fort.

Wie das Vorhergehende an sich wird erwarten lassen, bewegen sich die litterarischen Arbeiten Imhoffs streng auf dem speciellen Gebiet seiner intimsten Kenntnisse, nämlich in der Systematik der Coleopteren und Hymenopteren. Doch würde man irren, wenn man daraus auf Einseitigkeit seiner Kenntnisse schliessen wollte. Vielmehr war er auch mit den meisten andern Ordnungen der Insekten, sowie mit dem Gebiet der Arachniden und Scolopendren wohl vertraut, abgesehen davon, dass er, soweit es ihm möglich war, in seiner Lecture der Bewegung auf den meisten Gebieten der Naturwissenschaft mit grosser Theilnahme folgte. Seine frühern Arbeiten pflegte er für die Zeitschrift Isis an Oken zu senden, der mehrmals Anlass nahm, den Kenntnissen Imhoffs grosse Achtung zu zollen. Seitdem indess unsere Gesellschaft Berichte über ihre Verhandlungen veröffentlichte, finden wir alle Arbeiten Imhoffs, die nicht selbstständig erschienen sind, diesen einverleibt. Ein Verzeichniss derselben gibt Hagen in seiner Bibliotheca entomologica, die bis zum Jahre 1862 reicht; zu vervollständigen ist dasselbe nur durch eine Aufzählung der schweizerischen Hymenopteren, Catalogus Piezatorum circa Basileam nec non in aliis Helvetiæ regionibus repertorum, Basel 1838, ein Blatt, und in späterer Zeit sind dazu noch zwei Aufsätze zu fügen, die sich in den Mittheilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft vorfinden

und wovon der letzte, aus dem Jahre 1866, merkwürdigerweise demselben Gegenstand gewidmet ist, wie Imhoffs Erstlingsarbeit aus dem Jahre 1832, nämlich dem Bienengeschlecht Andrena.

Die Mehrzahl der in die genannten Zeitschriften niedergelegten Arbeiten sind kleinere Mittheilungen über seltenere Vorkommnisse von Insekten oder systematische Verzeichnisse. Eine etwas ausführlichere Arbeit ist der Bestimmung der von Missionar Riis von der Guinea-Küste mitgebrachten und unserm Museum geschenkten Käfern gewidmet, unter welchen Imhoff eine Anzahl bisher unbekannter Arten beschreibt, und von allgemeinem Interesse ist namentlich auch ein Aufsatz in der Isis (1834), in welchem er einlässlich seine Anschauungen über die Anwendung der Insekten-Metamorphose auf die Classification der Insekten ausspricht.

Von selbsständig erschienenen Publicationen Imhoffs sind drei zu nennen: aus früherer Zeit zwei entomologische Kupferwerke, welche er, vom Jahre 1835 an, im Verein mit dem Maler Labram, heftweise herausgab; erstlich die Insekten der Schweiz: die vorzüglichsten Gattungen je durch eine Art dargestellt von Labram, nach Anleitung und mit Text von L. Imhoff; in ähnlicher Weise und unter ähnlichem Titel erschienen später die Gattungen der Rüsselkäfer, erläutert durch bildliche Darstellung einzelner Arten. Die erste Sammlung, die sich über alle Insektenordnungen, doch mit wesentlicher Bevorzugung der Käfer, verbreitet, wuchs bis auf 114 Hefte an, im Ganzen mit 453 Tafeln, deren jeder ein Blatt Text beigefügt ist; die zweite Sammlung, vom Jahr 1838 bis 1851, gedieh auf 19 Hefte zu 8 Tafeln. Beide Publicationen waren Unternehmungen Labrams, der in ähnlicher Weise schon im Jahre 1822 die oben genannten Symbola von J. Hagenbach und bekanntlich

auch, von 1824 an, auf Antrieb von Prof. C. F. Hagenbach, die Pflanzen der Schweiz herausgegeben hatte, für den Text unterstützt von Hegetschweiler und von Hagenbach; während indess Labram in Zeichnung und Colorit der Pflanzen ein merkwürdig fein gebildetes Auge verrieth, so dass die grosse Mehrzahl seiner Abbildungen trotz der höchst einfachen darauf verwendeten Mittel durch ihre Naturtreue überraschen, so sind ihm die Abbildungen der Insekten, namentlich der Käfer, weniger gelungen, theils wohl desshalb, weil ein guter Theil derselben in starker Vergrösserung gezeichnet werden musste, theils weil überhaupt solche Objecte dem Zeichner weniger Freiheit lassen als Pflanzen. Die Auswahl, die Anordnung und den Text besorgte wie gesagt Imhoff; letzterer gibt auf je einem Blatt zu jeder Abbildung ausser dem Namen und dessen Synonymen die Merkmale der Gattung und eine kurze Beschreibung der einzelnen je für eine Gattung dargestellten Art. Die Beschreibungen sind kurz und mehr für Anfänger berechnet, doch ganz zutreffend, und über Vorkommensverhältnisse finden sich manche werthvolle Angaben. Die äussere Einrichtung in Form von losen Blättern ohne Einhaltung oder Angabe einer systematischen Ordnung und ohne Leitfaden in der Synonymik erschwert aber die Benützung und zwar gerade für Diejenigen, für welche das Werk bestimmt ist, nämlich die Anfänger und Liebhaber; die Arten sind ohne Ordnung durcheinander aufgeführt, und obschon Abbildung und Text, da sie auf losen Blättern erschienen, nach Belieben geordnet werden können, so fehlt es doch an einer Uebersicht, nach welcher sie zusammenzustellen sind. Ebenso ist die Nomenclatur, welche von Linné oder Fabricius an die Synonymen in gleichförmiger Schrift gibt, für den Anfänger sehr erschwerend. Diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dass diese Ar-

beit nicht die Verbreitung gefunden hat, welche sie verdient. Besser eingerichtet wäre sie ein empfehlenswerthes Hülfsmittel zur Einführung von Freunden der Entomologie in dieses so grosse und interessante Gebiet gewesen.

Die Arbeit über die Rüsselkäfer schliesst sich an das grosse Curculioniden-Werk von Schönherr an und gibt von einer beträchtlichen Zahl von Gattungen, die von Schönherr beschrieben wurden, Abbildungen und erleichtert sehr das schwierige Studium dieser grossen Käferfamilie.

Streng wissenschaftlicher Natur ist endlich die im Jahre 1858 erschiene Hauptarbeit von Imhoff, Versuch einer Einleitung in das Studium der Coleopteren, zwei Theile mit 25 Tafeln vortrefflicher lithographirter Zeichnungen von Repräsentanten von Familien und Unterfamilien der Käfer. Der erste Theil des Buches gibt eine sehr sorgfältig bearbeitete und übersichtliche Einführung in die Ordnung der Käfer, indem er die Beziehungen dieser grossen Thiergruppe zum Menschen und zu der übrigen Natur bespricht, sodann eine allgemeine Schilderung von Gestalt, Organisation und Lebensverrichtungen derselben gibt und endlich die allgemeinen Anhaltspunkte für die Systematik erörtert. Es beabsichtigt daher dieser Theil nicht nur, sondern er leistet auch für die Coleopteren dasselbe, was die berühmten Bücher von Kirby und Spence, sowie von Lacordaire für die Insekten im Allgemeinen.

Der zweite Theil des Buches ist der Systematik, der Begründung und Beschreibung der Genera der Coleopteren speciell gewidmet. Er gibt eine sehr sorgfältige Characteristik der Familien und der weitern Abtheilungen der Käfer bis auf das Genus. Es ist somit diese Arbeit weniger eine Einleitung als vielmehr ein Handbuch für das Studium der Coleopteren, und wie

schon der Titel nicht ganz richtig gewählt ist, so mag auch hier die Einrichtung des Buches seiner Verbreitung nachtheilig gewesen sein. Für den Anfänger setzt es wenigstens im zweiten Theil zu viel voraus, während der Fachmann dann gerade hier mehr Details wünschen könnte. Die wesentlichsten Dienste wird es den systematischen Bearbeitern der Coleopterenordnung leisten, unter welchen es auch die Anerkennung durchaus gefunden hat, die es als überaus sorgfältige und gelehrte Arbeit verdient.

Noch ausgedehnteres Wissen besass Imhoff in der Ordnung der Hymenopteren. Er hat nach dem einstimmigen Urtheil seiner Fachgenossen in dieser schwierigen und wenig bearbeiteten Ordnung am meisten geleistet und es ist sehr zu bedauern, dass er seine reichen Kenntnisse auf diesem Gebiete nicht in ausgedehnterem Maasse mittheilte. Durch Zusammenstellung der schweizerischen Hymenopteren, bezüglich welchen er nur über die Ameisen einiges publicirte, würde er eine sehr empfindliche Lücke ausgefüllt haben, während nunmehr das grosse Material, das er in dieser Richtung gesammelt hat, trotz den vielfachen Aufforderungen, die an ihn ergangen waren, wohl grossentheils verloren sein wird.

So war Imhoffs arbeitsames Leben grösstentheils der Belehrung in einem Theil der Naturkunde gewidmet, dessen erfolgreiche Bearbeitung ungewöhnliche Ausdauer und ungetheilte Hingebung erfordert, und wenn nachfolgende Generationen jeweilen die Schriften, welche ihnen als Fackel zum Aufbau des eigenen Wissens dienen, in die Hand zu nehmen pflegen, ohne der darin niedergelegten Summe von Treue zu gedenken, so ist es um so mehr Pflicht der überlebenden Zeitgenossen, dankbares Zeugniss darüber abzulegen.

---

zu pag 267

Repraesentirende Linien der Funktion $x^{?} + (2{,}25 + 1{,}50\, i)\, x$.

Längeneinheit : 1 Centimeter.

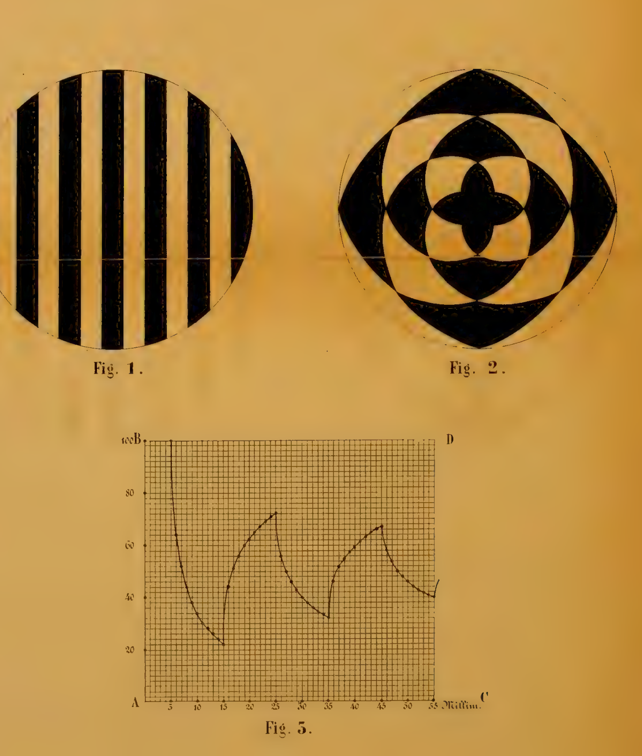


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Verhandlungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

BASEL.

Fünfter Theil. Drittes Heft.

Basel.
Schweighauserische Verlagsbuchhandlung.
1871.

Schweighauserische Buchdruckerei.

MATHEMATIK.

Die Berechnung des christlichen Osterfestes

von

Prof. Hermann Kinkelin.

Die Bestimmung des Osterfestes, das einerseits von der Vertheilung der Wochentage im Jahre, anderseits von dem Wechsel des Mondes abhängt, hat von jeher den Chronologen zu schaffen gemacht. In früherer Zeit gebrauchte man bei der Lösung der Aufgabe eine Reihe von Hülfsgrössen, den Sonnenzirkel, den Sonntagsbuchstaben, die goldene Zahl und die Epakten sammt mehreren dazu gehörigen Tafeln. Seit jedoch Gauss in Zach's monatlicher Correspondenz, 1800 (Bd. II, pag. 121) eine einzige handliche Formel dafür angegeben hat, nimmt man von ihnen Umgang. Gauss selbst gab keinen direkten Beweis seiner Formel, sondern deutete ihn nur an mit dem Beifügen, dass er auf Gründen der höhern Arithmetik beruhe, in Rücksicht auf welche er sich noch auf keine Schrift beziehen könne. Die Disquisitiones arithmeticæ waren damals noch nicht erschienen. Im Jahre 1816 berichtigte er in Lindenau und Bohnenberger's Zeitschrift für Astronomie (Bd. I, pag. 158) einen der gegebenen Ausdrücke, indem er bei der ersten Publikation den Umstand unbeachtet gelassen hatte, dass die im Jahre 4200 anzubringende Mondgleichung auf das Jahr 4300 verschoben wird. Aehnliche, wenn auch nicht so

einfache und präcise Formeln entwickelte Delambre in der Connaissance des temps (1817, pag. 307) und wiederholte sie in der Histoire de l'Astronomie moderne (Bd. I, pag. 16), ohne indess den Nachweis zu leisten, dass sie mit den Gauss'schen gleichbedeutend sind. Ebenso theilten Tittel in „Methodus technica brevis etc.“, Göttingen 1816, und Piper in Crelle's Journal für Mathematik, 1841 (Bd. XXII, pag. 117) den nämlichen Gegenstand betreffende Formeln mit, jedoch ohne Nachweis ihrer Richtigkeit. Die Gauss'schen Formeln wurden zuerst bewiesen von Ciccolini in „Formole analitiche pel calcolo pasquale etc.“, Roma 1817, welche Schrift mir leider nicht zu Gesicht gekommen ist. Nach dem, was Delambre in der Histoire de l'Astronomie moderne (Bd. I, pag. 46) davon mittheilt, scheint sie etwas weitläufig zu sein. Auch Cisa de Grésy bewies dieselben in den Memorie della reale accademia di Torino, 1818 (Bd. XIV, pag. 77), gibt aber statt der von Gauss so einfach berichtigten Epakte einen äusserst schwerfälligen Ausdruck. Er sowohl als Ciccolini scheint diese Berichtigung nicht gekannt zu haben. Das Nämliche gilt von R. Martin (Comptes rendus, 1855. Bd. XLI, pag. 705) und A. Ledieu (ibid. pag. 707). Ein das Ganze umfassender einfacher Beweis der Gauss'schen Formeln fehlt meines Wissens noch und soll im Folgenden gegeben werden.

Die laut der Berichte zweier Bischöfe und eines Rundschreibens Constantins vom Concil zu Nicäa 325 angenommene Satzung geht dahin, dass der erste Ostertag auf den Sonntag falle, der dem Ostervollmond zunächst folgt. Unter dem Ostervollmond ist der Vollmond zu verstehen, der, nach bestimmten Regeln berechnet, entweder am 21. März, auf den im Jahr des Concils die Frühlingsnachtgleiche fiel, oder zunächst nach demselben eintritt. Sonach handelt es sich darum, 1) die

Sonntage im März, 2) den Ostervollmond und 3) den Ostertag selbst für ein gegebenes Jahr zu bestimmen. Da der julianische Kalender in einigen wesentlichen Punkten von dem gregorianischen abweicht, so muss die Rechnung für jeden Kalender besonders geführt werden.

Ueber die angewandten Bezeichnungen schicke ich voraus, dass

$(\frac{A}{B})$ den Rest bedeutet, der bei der Division von A durch B übrig bleibt und der also die Werthe 0, 1, 2, 3, ... A—1 haben kann, hingegen

$(\frac{A}{B})_g$ die bei dieser Division als Quotient herauskommende ganze Zahl.

I. Die Märzsonntage.

365 Tage = 52 Wochen + 1 Tag geben ein gemeines bürgerliches und 366 Tage = 52 Wochen + 2 Tage ein Schalt-Jahr. Der 1. Januar rückt daher nach Verfluss eines gemeinen Jahres um 1 und eines Schaltjahres um 2 Stellen in der Woche vorwärts. Umgekehrt rücken die Januarsonntage um eine oder zwei Einheiten im Datum rückwärts, je nachdem das vorhergehende Jahr ein gemeines oder ein Schaltjahr war. Nun fiel im Jahre 0 des julianischen Kalenders, einem Schaltjahr, der erste Sonntag auf den 4. Januar, folglich die Sonntage vom 25. Februar an, welcher der Schalttag ist, auf den 7., 14., 21., 28., . . . März oder allgemein auf den $7u^{\text{ten}}$ März, unter u irgend eine ganze Zahl verstanden. Die drei nächsten Jahre sind gemeine, ihre Sonntage rücken im Datum um je eine Einheit rückwärts und fallen also bezüglich auf den $7u$—1, $7u$—2, $7u—3^{\text{ten}}$ März. Im Jahre 4, welches wieder ein Schalt-

jahr ist, wird das Datum der Sonntage vom 25. Februar an um 2 Einheiten kleiner und in den drei folgenden gemeinen um je eine Einheit, also bezüglich gleich dem $7u-5$, $7u-6$, $7u-7$, $7u-8^{\text{ten}}$ März u. s. f. Man bemerkt leicht, dass sich das Datum der genannten Sonntage durch den allgemeinen Ausdruck

$$S = 7u - \left(i + \left(\frac{i}{4}\right)_g\right) \text{ März,}$$

wo i die Jahrzahl bedeutet und u so zu wählen ist, dass S positiv wird.

Man kann diesen Ausdruck, den *Piper* a. a. O. pag. 117 verwendet hat, durch Einführung der Grössen

$$b = \left(\frac{i}{4}\right) \text{ und } c = \left(\frac{i}{7}\right) \qquad (1)$$

verwandeln. Dadurch erhält nämlich i die Formen

$$i = 4x + b = 7y + c,$$

woraus $$x = \frac{7y-b+c}{4} = 2y - \frac{y+b-c}{4}.$$

Da das letzte Glied eine ganze Zahl z sein muss, so erhält man der Reihe nach

$$y = 4z - b + c$$
$$i = 28z - 7b + 8c = 28z - 8b + 8c + b$$
$$\left(\frac{i}{4}\right)_g = 7z - 2b + 2c,$$

folglich, wenn man $-10c$ in $4c - 14c$ verwandelt und sämmtliche durch 7 theilbare Glieder in ein Glied $7v$ vereinigt,

$$S = 2b + 4c + 7v \text{ März,}$$

unter v wieder eine ganze Zahl verstanden.

Die Einführung des g r e g o r i a n i s c h e n K a l e n d e r s nahm hieran folgende Aenderungen vor. Zunächst wurden im Jahre 1582 10 Tage = 1 Woche + 3 Tage dadurch weggelassen, dass man nach dem 4. Oktober sofort den 15. zählte, um die Frühlingsnachtgleiche, welche inzwischen auf den 11. März zurückgewichen

war, wieder auf den 21ten zu bringen. In Folge dessen rückten die Sonntage des gregorianischen Jahres um 3 Einheiten im Datum vor, da man in der Folge der Wochentage keine Aenderung eintreten liess. Damit ferner die Nachtgleiche auch in Zukunft auf dem Datum des 21. März stehen bleibe oder höchstens einen Tag davon abweiche, d. h. damit das bürgerliche Jahr mit dem astronomischen im Einklang bleibe, verordnete Papst Gregor XIII., dass in den Säkularjahren, deren Säkularzahl nicht durch 4 theilbar ist, der Schalttag weggelassen, dagegen beibehalten werden soll, wenn die Säkularzahl durch 4 theilbar ist. Bei jeder Auslassung des Schalttages rückt das Datum der Sonntage vom 25. Februar an um eine Einheit vor. Bezeichnet man daher die in der Jahrzahl i enthaltene Säkularzahl mit s, so ist die an dem vorhin gefundenen julianischen Datum S der Sonntage in positivem Sinne anzubringende Korrektion

$$g = 3 + (s-16) - \left(\frac{s-16}{4}\right)_g = s - \left(\frac{s}{4}\right)_g - 9,$$

von welcher Zahl man je 7 Einheiten mit dem in S vorkommenden letzten Gliede $7v$ vereinigen kann. Um die Osterformel einfach zu gestalten, führen wir statt g eine Zahl n ein, welche um 6 grösser ist als g und von der man ebenfalls je 7 Einheiten weglassen darf. Setzt man demnach der Kürze wegen

$$q = \left(\frac{s}{4}\right)_g, \qquad (2)$$

so wird $n = \left(\frac{s-q-9+6}{7}\right) = \left(\frac{s-q-3}{7}\right) = \left(\frac{s-q-3+7}{7}\right)$

oder $$n = \left(\frac{4+s-q}{7}\right) \qquad (3)$$

und $g = n - 6$. Hiedurch wird das Datum der Sonntage vom 25. Februar an verwandelt in

$$S = 2b + 4c + n - 6 + 7v \quad \text{März}, \qquad (4)$$

und derjenigen vom 1. Januar bis 24. Februar im gemeinen Jahr $S^1 = 2b + 4c + n + 4 + 7v$ Januar und im Schaltjahr gleich $2b + 4c + n + 5 + 7v$, wenn man -14 mit $7v$ vereinigt. Will man den ersten Sonntag im Jahr wissen, so ist sein Datum gleich $\left(\frac{S^1}{7}\right)$ und gibt

$$\left.\begin{array}{ll} \text{im gemeinen Jahr den } \left(\frac{2b+4c+n+4}{7}\right) \text{ Januar,} \\ \text{im Schaltjahr den } \left(\frac{2b+4c+n+5}{7}\right) \text{ Januar,} \end{array}\right\} \quad (5)$$

Die Formeln (4) und (5) gelten auch für den julianischen Kalender, wenn man $n = 6$ setzt, und sind somit ganz allgemein.

II. Der Ostervollmond.

Die kirchlichen Neumonde fallen nicht mit den astronomischen zusammen, sondern werden cyklisch bestimmt. Es sind nämlich 19 julianische Jahre von 365,25 Tagen sehr nahe gleich 235 synodischen Monaten von 29,53059 Tagen, und der Unterschied beträgt nur 0,0613 Tage, um welchen Betrag die ersteren grösser sind als die letzteren. Nach 19 Jahren, einem sogenannten Meton'schen Cyklus, werden die Neumonde wieder auf die nämlichen Tage im Jahre fallen. Die Vertheilung der 235 Monate geschieht im julianischen Kalender auf folgende Weise. Die Monate, d. h. die Zeiträume von einem Neumond bis zum nächsten, erhalten vom 1. Neumond des ersten Jahres im Cyklus an gerechnet abwechselnd 30 und 29 Tage und in den Jahren, wo 13 Neumonde vorkommen, wird nach dem 13. Neumond ein Monat von 30 Tagen eingeschaltet, am Ende des 19. Jahres aber ein solcher von 29 Tagen. Der Februar zählt hiebei beständig zu 28 Tagen (immerwährender Kalender), so dass in den Schaltjahren derjenige Monat, in

welchen der 25. Februar als Schalttag fällt, in Wirklichkeit um einen Tag vergrössert wird. Diese Anordnung gibt in der That 115 Monate zu 29 Tagen und 120 Monate zu 30 Tagen, welche zusammen ebenso viel ausmachen als 19 Jahre zu 365 Tagen.

Durch diese Einrichtung, welche vermuthlich von Sosigenes, dem Bearbeiter des julianischen Kalenders, herrührt, wird bewirkt, dass vom ersten Neumond eines Jahres bis zum ersten Neumond des nächsten Jahres entweder $354 = 365 + 19 - 30$ oder $384 = 365 + 19$ Tage verfliessen und dass somit in jedem folgenden Jahr der erste Neumond ein um 19 Einheiten grösseres Datum trägt, wobei 30 zu subtrahiren sind, wenn es über den 30. Januar hinausgeht. Nur das 19. Jahr des Cyklus macht hievon eine Ausnahme, indem das Datum des ersten Neumondes im ersten Jahre des folgenden Cyklus nur um 18 oder 18—30 grösser wird.

Die Römer nahmen als das erste Jahr eines solchen Cyklus ein solches an, in welchem der erste Neumond auf das Neujahr fiel. Dionysius Exiguus dagegen, welcher um 544 die Kirchenrechnung ordnete, wählte für das erste Jahr das Jahr 0 der christlichen Zeitrechnung, in welchem der 23. März ein Neumond war. Da hiemit der 23. Januar als Neumond des Jahres 0 gegeben ist und der erste Neumond in jedem folgenden Jahre innerhalb eines Cyklus um 19 Tage vorrückt, nach 19 Jahren aber wieder auf die nämlichen Tage fällt, so muss das Datum desselben im Jahre i gleich sein dem

$$23 + 19 \cdot \left(\frac{i}{19}\right) - 30w \quad \text{Januar},$$

wo w so zu wählen ist, dass der Ausdruck positiv und < 30 ist. Setzt man der Kürze halber

$$a = \left(\frac{i}{19}\right), \qquad (6)$$

so kann man denselben in der Form: $\left(\frac{23+19a}{30}\right)$ Januar schreiben.

In Folge der über das erste Jahr des 19jährigen Cyklus getroffenen Verfügung erhält der erste volle Monat jedes Jahres 30 Tage, der zweite 29, der dritte wieder 30 u. s. w. Der dritte Neumond des Jahres fällt demnach 59 Tage später als der erste, somit auf das nämliche Datum im März, wie dieser im Januar, und der vierte 30 Tage später als der dritte. Da nun die Vollmonde nach kirchlicher Vorschrift 13 Tage später als die Neumonde fallen, so tritt der Ostervollmond, auch *Ostergrenze* genannt, 13 Tage nach dem dritten oder vierten Neumonde ein und trägt das Datum des

$$\left(\frac{23+19a}{30}\right)+13 \text{ oder } \left(\frac{23+19a}{30}\right)+13+30 \quad \text{März.}$$

Die Differenz zwischen dem 21. März und dem Datum des Ostervollmondes soll aber weniger als 30 Tage betragen; folglich ist in beiden Fällen das Datum des julianischen Vollmondes der

$$21+\left(\frac{23+19a+13-21}{30}\right) \quad \text{März.}$$

oder $$V=21+\left(\frac{19a+15}{30}\right) \quad \text{März.} \qquad (7)$$

Man pflegt die Zahl $a+1$, welche den Rang des Jahres i in einem dionysianischen Cyklus von 19 Jahren, dem sog. *Mondzirkel*, angibt, die *goldene Zahl* zu nennen.

Anders verfuhren *Aloysius Lilius*, der Verfasser des **gregorianischen Kalenders,** und die zu dessen Prüfung niedergesetzte päpstliche Kommission. Sie bezeichneten die Tage des Januars vom 1. an mit den Zahlen 0, XXIX, XXVIII,... III, II, I, welche die *Epakten* (Ergänzungstage) bedeuten, d. h. das Alter des Mondes

am 1. Januar, der Tag des letzten Neumondes im vorigen Jahre als der erste Tag gezählt. Diese Zahlenreihe wiederholt sich vom 31. Januar an in der nämlichen Weise bis zum 31. Dezember für alle Tage des Jahres im immerwährenden Kalender. Die Epakten XXIV und mit ihr alle folgenden rücken am 6. Februar, 6. April, 4. Juni, 2. August, 30. September und 28. November um je einen Tag zurück und kommen also auf die nämlichen Tage, welche die Epakten XXV haben. Die Epakten XXV werden, wenn die goldene Zahl $a + 1 > 11$ oder $a > 10$ ist, mit arabischen Ziffern 25 geschrieben und vom 25. Februar, 5. April, 3. Juni, 1. August, 30. August, 29. September und 27. November auf die vorhergehenden Tage, die die Epakte XXVI haben, gesetzt, wobei jedoch die übrigen Epakten ihre Stellen unverändert beibehalten.

Durch diese sinnreiche Kombination von abwechselnden Monaten von 30 und 29 Tagen mit am Ende gewisser Jahre eingeschalteten Monaten von 30 Tagen bewirkten sie für den immerwährenden Kalender, dass 1) in einem Cyklus von 19 julianischen Jahren oder 235 Monaten die Neumonde wieder auf die nämlichen Daten fallen, 2) dass der Monat, in den das Neujahr fällt, immer 30 Tage zählt, und 3) dass der vierte Monat des Jahres ebenfalls 30 Tage enthält, falls der dritte Vollmond vor dem 21. März eintritt. Von der dritten Bestimmung gibt es zwei Ausnahmen: Wenn nämlich ihr zufolge der vierte Neumond auf den 6. April (der Vollmond auf den 19.) fiele, so wird er auf den 5. April zurückversetzt, und wenn er auf den 5. April (der Vollmond auf den 18.) fiele und gleichzeitig die goldene Zahl $a + 1 > 11$ oder $a > 10$ ist, so wird er auf den 4. April verlegt. Man vergleiche Chr. Clavii, Explicatio Calendarii (Opera, Bd. V, pag. 101, Moguntiæ 1612) und Chr. Wolff (Elementa math., Bd. III, Chronologia).

Die Differenz von 0,0613 Tagen, um welche 19 julianische Jahre grösser sind als 235 synodische Monate, macht in 310 Jahren einen vollen Tag aus, um welchen die kirchlichen Neumonde den astronomischen vorgehen. Seit der Aufstellung des julianischen Festkalenders im Jahre 544 waren bis zum Jahre 1582, wo der gregorianische eingeführt wurde, 1038 Jahre verflossen, so dass der Unterschied der kirchlichen und der astronomischen Neumonde 3 Tage betrug. Um die Uebereinstimmung wieder herzustellen, verminderte man das Datum der ersteren zunächst um 3 Einheiten und stellte dadurch den ersten Neumond des Jahres i auf

den $\left(\frac{23+19a-3}{30}\right)=\left(\frac{20+19a}{30}\right)$ Januar. Die Korrektion der Daten durch die Auslassung von 10 Tagen im Oktober 1582 verwandelt das vorige in den

$\left(\frac{30+19a}{30}\right)=\left(\frac{19a}{30}\right)$ Januar. Hieraus erhält man nun in gleicher Weise, wie im julianischen Kalender, den Ostervollmond

$$V=21+\left(\frac{19a+13-21}{30}\right)=21+\left(\frac{19a-8+30}{30}\right) \text{ März}$$

oder

$$V=21+\left(\frac{19a+22}{30}\right) \text{ März,}$$

wovon nur die beiden oben erwähnten Fälle eine Ausnahme machen.

Das Datum des julianischen und des gregorianischen Ostervollmondes kann durch die gemeinschaftliche Formel

$$V=21+d, \tag{8}$$

wobei

$$d=\left(\frac{19a+m}{30}\right), \tag{9}$$

ausgedrückt werden. Im julianischen Kalender ist beständig $m=15$ und im gregorianischen von 1582 bis 1599 $m=22$.

Die Zahl d und mit ihr die Zahl m unterliegt im gregorianischen Kalender für die folgenden Jahrhunderte zwei Korrektionen, welche die Sonnen- und die Mondgleichung genannt werden.

Die Sonnengleichung rührt davon her, dass der Schalttag in 400 Jahren dreimal weggelassen wird und dadurch das Datum des Ostervollmondes, der sich nach der Länge des julianischen Jahres von 365,25 Tagen richtet, bei jeder Weglassung um einen Tag vorrückt. Bezeichnet man die Sonnengleichung mit h, so ist, wie bei der Korrektion g der Sonntagsdaten

$$h = s - 16 - \left(\frac{s-16}{4}\right)_g = s - q - 12,$$

welcher Ausdruck zu m addirt werden muss.

Die Mondgleichung entspringt aus der Differenz von 19 julianischen Jahren und 235 synodischen Monaten. Sie beträgt in 19 Jahren 0,0613 Tage oder in fast 2500 Jahren 8 Tage, welche vom Datum des Ostervollmondes abgezogen werden müssen. Sie wird angebracht, indem man, von den Säkularjahren 1800, 4300, 6800, . . . ausgehend, sieben Gruppen von je 3 Jahrhunderten und nach ihnen eine solche von 4 Jahrhunderten bildet, so zwar, dass die Mondgleichung in jeder folgenden Gruppe um eine Einheit grösser ist als in der vorhergehenden, somit in 2500 Jahren um 8 Einheiten zunimmt. Die Mondgleichung wird die Form haben:

$$k = \left(\frac{\alpha + 8s}{25}\right)_g + \beta,$$

wo α und β konstante, noch zu bestimmende Zahlen sind.

Denn erstens nimmt dieser Ausdruck um 8 zu, wenn s um 25 zunimmt, und zweitens bilden seine Werthe für um je eine Einheit fortschreitende s abwechselnd sieben Gruppen von 3 und eine von 4 gleichen Zahlen,

wie es bei der Mondgleichung sein soll. Die Werthe von α und β müssen nun bestimmt werden.

Zunächst bestimmt sich α dadurch, dass, um eine Gruppe von 4 gleichen Werthen von k zu geben, die Division bei der ersten Säkularzahl dieser Gruppe aufgehen muss, demnach

$$\left(\frac{\alpha+8s}{25}\right)=0,\ \alpha=25\delta-8s,$$

unter δ eine ganze Zahl verstanden.

Das Säkularjahr 3900 ist das erste der viersäkularen Gruppe 3900, 4000, 4100, 4200 von unveränderlicher Mondgleichung. Setzt man also $s=39$ und wählt für δ die Zahl 13, welche den kleinsten positiven Werth von α gibt, so wird $\alpha=13$ und

$$k=\left(\frac{13+8s}{25}\right)_g+\beta.$$

Da endlich die Mondgleichung im Jahre 1800, wo $s=18$, zum ersten Male angebracht wurde und den Werth 1 hatte, so ergibt sich $\beta=-5$ und

$$k=p-5,\ \text{wo}\ p=\left(\frac{13+8s}{25}\right)_g\ ^{*)} \qquad (10)$$

Durch die beiden Korrektionen h und k an dem gregorianischen Ostervollmond wird m, von dem man je 30 Einheiten wegnehmen darf, gleich $\left(\frac{22+h-k}{30}\right)$ oder

$$m=\left(\frac{15+s-p-q}{30}\right) \qquad (11)$$

---

*) Man kann auch setzen

$$p=\left(\frac{s-\left(\frac{s-17}{25}\right)_g}{3}\right)_g,$$

welche Formel Delambre gebraucht hat. Bis zum Jahr 4199 ist einfach

$$p=\left(\frac{s}{3}\right)_g$$

wie Gauss zuerst angegeben hatte.

Um endlich auch den zwei Ausnahmsfällen, wo die Formel (9) ein um einen Tag zu weit vorgerücktes Datum gibt, Rechnung zu tragen, nämlich wenn $V = 19$. April $= 21 + 29$. März, folglich $d = 29$, sowie wenn $d = 28$ und gleichzeitig $a > 10$, so kann man von d noch die Korrektion

$$f = \left(\frac{d + \left(\frac{a}{11}\right)_g}{29}\right)_g \qquad (12)$$

abziehen, welche nur in diesen zwei Fällen $= 1$, sonst aber $= 0$ ist.

Lilius selbst bestimmte die Neumonde eines Jahres aus den Epakten. Da im vorigen der erste Neumond im Jahre schon direkt gefunden wurde, so erhält man umgekehrt die Epakten dadurch, dass man das Datum dieses Neumondes von 31 abzieht. Sie werden daher von 1582 bis 1599 gleich

$$31 - \left(\frac{19a}{30}\right) = \left(\frac{31 + 30a - 19a}{30}\right) = \left(\frac{1 + 11a}{30}\right)$$

Bringt man an ihnen die Mond- und die Sonnengleichung wie bei dem Ostervollmond, aber in umgekehrtem Sinne an, so werden die gregorianischen Epakten allgemein

$$E = \left(\frac{1 + 11a + k - h}{30}\right) = \left(\frac{11a + p + q - s + 8}{30}\right) \qquad (13)$$

Der julianische Kalender kennt in Wirklichkeit die Epakten nicht. Was man gewöhnlich die julianischen Epakten nennt, ist eine aus der goldenen Zahl $a+1$ berechnete Zahl, nämlich

$$E^1 = \left(\frac{11(a+1)}{30}\right) = \left(\frac{11a + 11}{30}\right) \qquad (14)$$

Die Differenz der julianischen von den gregorianischen Epakten ist während eines Jahrhunderts konstant und dient gewöhnlich dazu, die letzteren aus den ersteren zu rechnen.

III. Der Ostertag.

Der Ostertag wird am nächsten auf den Ostervollmond folgenden Sonntag gefeiert und es muss an ihm die Differenz D der Daten eines Sonntags nach dem 25. Februar und des Ostervollmondes wenigstens 1 und höchstens 7 betragen. Daher ist $D = \left(\frac{S-V}{7}\right)$ zu setzen mit der Bedingung, dass der Rest 0 durch 7 ersetzt werde, oder $D = \left(\frac{S-V+6}{7}\right) + 1$ ohne weitere Bedingung. Die Substitution von S und V aus den Formeln (4) und (8) gibt nach Verwandlung von $-d$ in $6d - 7d$ und Wegwerfung der im Zähler vorkommenden Vielfachen von 7

$$D = e + 1, \text{ wo } e = \left(\frac{2b+4c+6d+n}{7}\right) \qquad (15)$$

Die Differenz D ist die Anzahl der Tage, um welche Ostern dem Ostervollmond nachfolgt. Addirt man sie zu dem Datum V desselben, so erhält man das Datum des Osterfestes

$$P = 22 + d + e \text{ März.} \qquad (16)$$

Die beiden mehrerwähnten Ausnahmen haben nur dann einen Einfluss, wenn der um einen Tag zu weit vorgerückte Ostervollmond selbst ein Sonntag, der berichtigte daher ein Samstag ist und dadurch Ostern eine Woche zu spät, nämlich beziehungsweise auf den 26. oder 25. April käme. Wenn also bei $d = 29$ die Rechnung den 26. April als Ostertag gibt, so ist er auf den 19., und wenn sie bei $d = 28$ den 25. April gibt und gleichzeitig $a > 10$ ist, so ist er auf den 18. anzusetzen.

Die **Zusammenstellung** der Resultate gibt folgende Vorschrift. Man setze die Jahrzahl $= i$, die darin enthaltene Säkularzahl $= s$ und bestimme der Reihe nach

$$p = \left(\frac{13+8s}{25}\right)_g, \quad q = \left(\frac{s}{4}\right)_g$$

$$m = \left(\frac{15+s-p-q}{30}\right), \quad n = \left(\frac{4+s-q}{7}\right),$$

$$a = \left(\frac{i}{19}\right), \quad b = \left(\frac{i}{4}\right), \quad c = \left(\frac{i}{7}\right),$$

$$d = \left(\frac{19a+m}{30}\right), \quad e = \left(\frac{2b+4c+6d+n}{7}\right),$$

so ist das Osterdatum

$$P = 22 + d + e \text{ März } = d + e - 9 \text{ April},$$

die beiden zuletzt behandelten Fälle des gregorianischen Kalenders ausgenommen. Im julianischen Kalender ist beständig $m = 15$, $n = 6$.

Will man eine unter allen Umständen gültige Formel für den gregorianischen Kalender haben, so subtrahire man in den Ausdrücken für e und P von d die Korrektion

$$f = \left(\frac{d+\left(\frac{a}{11}\right)_g}{29}\right)_g,$$

wodurch

$$e = \left(\frac{2b+4c+6(d-f)+n}{7}\right),$$

$$P = 21 + (d-f) + e \text{ März } = (d-f) + e - 9 \text{ April}.$$

Der erste Sonntag eines gemeinen Jahrs fällt auf den

$$\left(\frac{2b+4c+n+4}{7}\right). \text{ Januar}$$

und eines Schaltjahres auf den

$$\left(\frac{2b+4c+n+5}{7}\right). \text{ Januar.}$$

Die goldene Zahl ist gleich

$$a + 1.$$

Die Epakten sind im gregorianischen Kalender

$$\left(\frac{8+11a+p+q-s}{30}\right) = \left(\frac{53+11a-m}{30}\right).$$

und im julianischen

$$\left(\frac{11+11a}{30}\right)$$

1. Beispiel. Im Jahre 1870 ist für den gregorianischen Kalender

$$p = \left(\frac{13 + 8 \cdot 18}{25}\right)_g = 6\,,\quad q = \left(\frac{18}{4}\right)_g = 4$$

$$m = \left(\frac{15 + 18 - 6 - 4}{30}\right) = 23\,,\quad n = \left(\frac{4 + 18 - 4}{7}\right) = 4.$$

Diese beiden Werthe gelten für das ganze XIX. Jahrhundert. Ferner ist

$$a = \left(\frac{1870}{19}\right) = 8,\quad b = \left(\frac{1870}{4}\right) = 2,\quad c = \left(\frac{1870}{7}\right) = 1$$

$$d = \left(\frac{19 \cdot 8 + 23}{30}\right) = 25\,,\quad f = \left(\frac{25 + \left(\frac{8}{11}\right)_g}{29}\right)_g = 0$$

$e = \left(\frac{2 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 6 \cdot 25 + 4}{7}\right) = 1$, $P = 22 + 25 + 1 = 48$. März $= 17$. April, und im julianischen Kalender

$$d = \left(\frac{19 \cdot 8 + 15}{30}\right) = 17,\quad e = \left(\frac{2 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 6 \cdot 17 + 6}{7}\right) = 4$$

$P = 22 + 17 + 4 = 43$. März $= 12$. April

2. Beispiel. Im Jahre 1954 ist im gregorianischen Kalender

$$p = \left(\frac{13 + 8 \cdot 19}{25}\right)_g = 6,\quad q = \left(\frac{19}{4}\right) = 4$$

$$m = \left(\frac{15 + 19 - 6 - 4}{30}\right) = 24\,,\quad n = \left(\frac{4 + 19 - 4}{7}\right) = 5$$

$$a = \left(\frac{1954}{19}\right) = 16,\quad b = \left(\frac{1954}{4}\right) = 2\,,\quad c = \left(\frac{1954}{7}\right) = 1$$

$$d = \left(\frac{19 \cdot 16 + 24}{30}\right) = 28\,,\quad f = \left(\frac{28 + \left(\frac{16}{11}\right)_g}{29}\right)_g = 1$$

$$d - f = 27\,,\quad e = \left(\frac{2 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 6 \cdot 27 + 5}{7}\right) = 0,$$

$P = 22 + 27 + 0 = 49$. März $= 18$. April.

3. Beispiel. Im Jahre 1981 des gregorianischen Kalenders ist

$$m = 24, \quad n = 5$$

$$a = \left(\frac{1981}{19}\right) = 5, \quad b = \left(\frac{1981}{4}\right) = 1, \quad c = \left(\frac{1981}{7}\right) = 0$$

$$d = \left(\frac{19 \cdot 5 + 24}{30}\right) = 29, \quad f = \left(\frac{29 + \left(\frac{5}{11}\right)_g}{29}\right)_g = 1$$

$$d - f = 28, \quad e = \left(\frac{2 \cdot 1 + 4 \cdot 0 + 6 \cdot 28 + 5}{7}\right) = 0$$

$$P = 22 + 28 + 0 = 50.\,\text{März} = 19.\,\text{April}.$$

Die zwei letzten Beispiele gehören den von Gauss ausgenommenen Fällen an.

GEOLOGIE.

Geologische Mittheilungen

von

Prof. Peter Merian.

1. Versteinerungen aus dem rothen Kalk der Simmenfluh bei Wimmis.

Inoceramus Brunneri. Ooster. In den Abbildungen dieser Art, welche Hr. Ooster in dem ersten Heft der Protozoe helvetica gibt, findet sich nur eine unvollkommene Andeutung des Schlosses. Unter den Exemplaren von Wimmis, welche unsere Sammlung vom Petrefactensammler Tschan erhalten hat, findet sich ein besser erhaltenes Stück des Schlosses, welches eine bedeutende seitliche Verlängerung zeigt, und gut übereinstimmt mit der Darstellung, welche Goldfuss Petref. Germ. t. III. f. 3 von der von ihm *J. Brongniarti* benannten Art gibt. Da bei der Zerbrechlichkeit der ziemlich grossen Schale dieser und ähnlicher Arten etwas vollständige Exemplare selten zu treffen sind, so herrscht einige Verwirrung in der Synonymie der von den verschiedenen Petrefactologen als *J. Brongniarti* und *Lamarckii* bezeichneten Arten. *J. Brunneri* von Wimmis stimmt übrigens ganz gut mit der von Goldfuss abgebildeten Schale seines *J. Brongniarti* aus der Kreide von Quedlinburg und von Rheine in Westphalen, und auch mit der grossen Art aus dem Seewer Kalk der östlichen Schweiz.

Bourgueticrinus ellipticus. Mill. d'Orb. Es ist im Allgemeinen eine missliche Sache, aus einzelnen Stielgliedern die Art einer Crinoider zu bestimmen. Die Gestaltung der untern Stielglieder von *B. ellipticus*, wie sie d'Orbigny Crinoid. auf t. 17. fol. 1 abbildet, ist aber durch ihre abwechselnde Anschwellung eine so eigenthümliche, dass ich keinen Anstand nehme, einzelne Stielglieder von Wimmis, die ganz deutlich diese ausgezeichnete Gestaltung zeigen, dieser Art beizuzählen.

Beide Vorkommnisse unterstützen die Ansicht, den rothen Kalk von Wimmis der obern Kreide, oder dem sogenannten Seewer Kalk der östlichen Schweiz, beizuordnen.

2. Rhinoceros tichorhinus. Cuv.

Aus dem Diluvium bei Basel.

Die Zähne dieser Art, des Zeitgenossen des Mammuth-Elephanten, werden bei uns seltener angetroffen, als die Stoss- und Mahlzähne der letztern Art, vielleicht weniger wegen ihrer grössern Seltenheit, als weil sie, wegen ihrer geringern Grösse, weniger beachtet werden. Es ist übrigens ein Bruchstück eines Zahnes dieser Art von mir schon vor längerer Zeit im Löss der Höhlungen des Süsswasserkalkes von Rixheim bei Mülhausen aufgefunden worden (s. Leonh. Taschenb. 1826. II. 348). Ferner kam ein Zahn in den Ablagerungen von Ueberresten des Elephas primigenius von Istein vor.

Bei den Erdarbeiten des neuen Gottesackers vom Wolf ist neulich ein besonders wohlerhaltener oberer Mahlzahn dieses Rhinoceros' in den Diluvialgeröllen aufgefunden worden. Die Fundstätte liegt nicht sehr weit ab von der Nauenstrasse, an welcher im Jahre 1862 unter ähnlichem Vorkommen ein Milchzahn aus der obern Kinnlade der gleichen Art ist gefunden worden.

Beide Zähne befinden sich in unserer öffentlichen Sammlung.

3. Verbreitung des Tongrischen Mergels bei Basel.

Es sind im Frühjahr 1870, als Vorarbeiten für den Bau einer Verbindungsbrücke zwischen den Bahnhöfen der Badischen- und der Central-Bahn, Bohrarbeiten ausgeführt worden, welche einige nähere Aufschlüsse über die Verbreitung des Tongrischen Mergels im Rheinbette geben, und deren Ergebnisse daher der Erwähnung werth sind. Die Bohrlisten, welche von Hrn. Dr. Greppin aufgenommen worden sind, beziehen sich auf zwei Punkte, einerseits unterhalb des Ausflusses der Birs, und andererseits in der Nähe der Hüninger Schiffbrücke.

Bohrung auf dem rechten Rheinufer, von der Oberfläche an, 1 Meter über dem mittlern Rheinstand, bei der Ziegelei Völlmy-Rieder. März 1870.

Diluvialgerölle	7,00	Meter.
Nagelfluh	1,00	„
Graue, zum Theil gelbliche und röthliche Mergel (Tongrien) .	3,50	„

In der Mitte des Rheins, 2 Meter unterhalb dem Einflusse der Birs. Ende April 1870.

Tiefe des Rheins	4,00	Meter.
Gerölle	1,50	„
Nagelfluh	0,40	„
Graue und gelbliche Mergel . .	3,00	„

Linkes Rheinufer, etwa 200 Meter unterhalb dem Einflusse der Birs.

Gerölle	4,00	Meter.
Nagelfluh	2,50	„
Sand	0,40	„
Graue und gelbliche Mergel . .	3,00	„
Molasseartiger Sandstein . . .	2,50	„

Bohrung etwa 100 Meter oberhalb der Schiffbrücke von Hüningen in der Mitte des Rheins. Anfangs Mai 1870.

Tiefe des Rheins	3,00	Meter.
Gerölle	3,65	„
Gelbe Mergel	0,45	„
Bläuliche Mergel	3,80	„

In den Mergeln sind Bruchstücke von *Ostrea crispata.* Goldf., welche Deshayes mit *O. cyathula.* Lam. vereinigt, angetroffen worden. An einigen Stellen des linken Rheinufers ist der Bohrer 14 Meter in die tongrischen Mergel eingedrungen.

Es erweist sich also aus diesen Bohrarbeiten, dass die tongrischen Mergel, welche die Unterlage der Geröllablagerungen in der Stadt Basel bilden, im Bette des Rheins vom Ausfluss der Birs an bis Hüningen, und wahrscheinlich noch viel weiter abwärts gegen das Elsass zu fortsetzen. Auf dem rechten Ufer der Birs scheinen sie in der Nähe ihres Einflusses in den Rhein zu fehlen, da bekanntlich bei der Schanze von St. Jakob Rogenstein ansteht, und dieselben bei einer versuchten Brunnengrabung bei der Bahnstation Muttenz nicht angetroffen worden sind, sondern Blöcke von Rogenstein und von den obern Schichten des Muschelkalks. In der Stadt Basel und am linken Ufer der Birs gegen Brüglingen zu werden die tongrischen Mergel von Blättersandstein und Süsswasserkalk überlagert. Mehr gegen Westen haben sie eine beträchtliche Verbreitung und eine bedeutende Mächtigkeit, da im Jahre 1770 beim Binninger Schutz von Hrn. Eman. Linder bis auf 192 Fuss Tiefe fortgesetzte Bohrungen sie nicht durchsunken haben. S. Meisner's Annalen 1824. I. S. 149.

In dem Einbruch der Birs, welcher im Winter 1871 unmittelbar oberhalb der Birsbrücke stattgefunden hat, sind unter den Geröllen ebenfalls tongrische Mergel entblösst worden.

Die Cornbrash-Schichten im Basler Jura

von

Prof. Albr. Müller.

(November 1870.)

Unter den zahlreichen Abtheilungen der Juraformation, welche im Kanton Basel zu Tage treten, nimmt der Hauptrogenstein durch seine bedeutende, 150—200 Meter betragende Mächtigkeit und seine grosse zu Tage tretende Verbreitung die erste Stelle ein. Man kann sagen, dass hauptsächlich durch ihn, sowohl im Plateaugebiet als in den eigentlichen Juraketten, das Relief der Landschaft bestimmt wird.

So wichtig auch der Hauptrogenstein in orographischer Beziehung ist, so wenig ergiebig erzeigt er sich in paläontologischer Hinsicht. An zahlreichen kleinen Trümmern von Conchylien fehlt es zwar darin nicht, ja einzelne Bänke und Streifen bilden wahre Muschelconglomerate, und kleine Sachen, namentlich Schneckchen, finden sich hin und wieder. Deutliche, wohlerhaltene Versteinerungen sind jedoch nur sparsam darin zerstreut, und ausser einigen Austern, Terebrateln und Lima-Arten wird man grössere Formen fast ganz vermissen. Höchstens werden sich einige hübsche Drusen von Kalkspath vorfinden. Diese zeigen dann in der That eine grössere Mannigfaltigkeit von Formen und Combinationen, als man von einem so einförmigen Gestein erwarten sollte.

Im Gegensatz zu dem Hauptrogenstein bieten die unmittelbar darüberliegenden, meist thonigen und eisenreichen Kalkschichten, die gewöhnlich unter dem gemeinsamen Namen Cornbrash oder Bradford zusammengefasst werden, eine grosse Mannigfaltigkeit wohlerhaltener Versteinerungen. An unzähligen Orten, sowohl im Plateaugebiet, als in den Ketten des Basler Jura treten diese Schichten bald mehr, bald weniger vollständig zu Tage. Sie sind desshalb ganz besonders geeignet, als geognostischer Horizont zur Orientirung zu dienen.

Wie leicht zu vermuthen, ist diese weit verbreitete und an guten Versteinerungen so reiche Schichtenfolge von zahlreichen Geologen in den verschiedensten Gegenden beobachtet und beschrieben worden.

Auch ich habe im Schoosse unserer Gesellschaft bei wiederholten Anlässen, wo von unserm Jura die Rede war, über diese Schichten gesprochen und schon vor 15 Jahren in unsern Verhandlungen eine nähere Eintheilung derselben zu geben versucht. Seitdem bin ich durch zahlreiche Excursionen, namentlich wieder in den letzten Jahren, zu weitern Aufschlüssen gelangt, die mich nun in den Stand setzen, meine frühern Beobachtungen zu ergänzen und zu berichtigen. Meines Wissens ist, wenigstens aus unserer Gegend, bisher noch kein Special-Profil dieser Abtheilung des mittlern oder braunen Jura gegeben worden und so mag denn das Nachfolgende, als ein kleiner Beitrag zur nähern Kenntniss unseres Bradford, nicht ganz überflüssig erscheinen.

Die obersten Schichten des Hauptrogensteines bestehen aus dünn geschichteten, plattenförmigen Oolithen von fast weisser Farbe, die namentlich durch zahlreiche Individuen von Avicula tegulata Goldf. charakterisirt sind, und die man als die Schlussglieder jener mächtigen Ablagerung betrachten kann.

Ueber diesen beginnen nun erst die eigentlichen Schichten des Bradford oder Cornbrash, die man nach ihrer petrographischen Beschaffenheit und den aufeinanderfolgenden Ablagerungen von Meeresgeschöpfen in folgende Unterabtheilungen bringen kann, wobei ich mit den untersten beginne. Bei jeder sollen nur die verbreitetsten und ganz besonders charakteristischen Versteinerungen angegeben werden.

1. Dichte, löcherige, gelbliche Kalksteine mit Terebratula maxillata Sow. und Nerinea Bruckneri Thurm.

Bilden nur wenige 2—3' mächtige Bänke unmittelbar über den obersten plattenförmigen Oolithen des Hauptrogensteins. Der Kalkstein ist dicht oder feinkörnig, bisweilen etwas oolitisch. Die Löcher sind rundlich länglich, bald klein, bald bohnen- bis fingergross und meist mit einem lockern gelbbraunen Eisenocher beschlagen. Innen zeigen sie oft Reste von strahligen Lamellen, die vielleicht von Korallen herrühren, doch habe ich sie nirgends recht deutlich gefunden. Einzelne Lagen oder Streifen bilden wahre Muschelbreccien, welche ziemlich dem bekannten mitteltertiären Muschelconglomerat in den Umgebungen von Wittisburg gleichen. Auf den thonigsandigen dünnen Zwischenlagern finden sich zahlreiche Exemplare einer glatten fast kreisrunden, linsenförmigen Terebratel, ohne Falten, welche der Ter. maxillata Sow. (siehe Davidson Brachiop.) am nächsten steht. Andere deutliche Versteinerungen sind nicht häufig oder schwer heraus zu bringen, doch möchte eine nähere Untersuchung in diesen eigenthümlichen löcherigen Kalken vielleicht noch manches Neue zu Tage fördern.

Zu denselben Schichten gehören ohne Zweifel die bekannten Bänke mit Nerinea Bruckneri Thurm., welche die Rogensteinschichten am nördlichen Ende des War-

tenberges unmittelbar überragen und von Hrn. Rathsherrn P. Merian schon vor vielen Jahren entdeckt und bekannt gemacht worden sind. Merkwürdiger Weise habe ich aber diese ausgezeichnete Nerinea nur an wenigen andern Orten in den entsprechenden Schichten vorgefunden, obgleich diese an manchen Stellen, so besonders schön am Limberg östlich oberhalb Lausen, auf Sichtern und Munien westlich von Liestal, ferner bei Tenniken und andern Orten über dem Hauptrogenstein zu Tage treten.

2. Grobkörniger Oolith mit Clypeus patella Ag. (Clypeus sinuatus Leske, Clypeus Blotii Klein), und Ammonites Parkinsoni Sow.; ferner Lima gibbosa Goldf. (L. helvetica Oppel), Nucleolites (Echinobrissus) clunicularis Ag. u. a. Ausserdem treten verschiedene Seeigel untergeordnet hier schon auf, die aber erst in der nächstfolgenden Abtheilung, wo sie zur rechten Entfaltung kommen, genannt werden sollen. Die Schichten sind dünn, plattenförmig, nicht deutlich abgetheilt und gewöhnlich von so lockerm Gefüge mit weichem gelbem oder braunrothem thonigem Cement, dass sie beim Anbruch sofort zerbröckeln. Ihre Mächtigkeit wird in der Regel 1—2 Meter nicht übersteigen.

Der grobkörnige Oolith zeigt ein so ausgezeichnetes groboolithisches Gefüge, dass er überall gleich beim ersten Blick erkannt wird und mit keiner andern Abtheilung der Juraformation verwechselt werden kann. Auch in den übrigen, bei uns zu Tage tretenden Gebirgsformationen findet sich kein ähnliches Gestein mehr, so dass also seine geologische Stellung in der Schichtenfolge sofort angegeben werden kann, selbst wo keine andern Versteinerungen vorhanden sind. Die einzelnen Körner sind bald kugelig, gewöhnlich aber linsenförmig plattgedrückt, oft unregelmässig gerundet und nicht selten mehr als eine Pariser Linie im Durchmesser haltend.

Die Farbe der Oolithe ist gewöhnlich, in Folge des grossen Eisengehaltes sowohl der Körner selbst, als namentlich des thonigkalkigen Bindemittels, gelbbraun, bisweilen braunroth, seltener, bei schwachem Eisengehalt, gelblichweiss. Bei allen Abänderungen, wie sie einzelne Oertlichkeiten darbieten, wird man doch dieses Gestein sofort wieder als den grobkörnigen Oolith des untern Bradford erkennen. Die Versteinerungen, so namentlich die Seeigel, sind an einzelnen Orten, z. B. auf der Hochfläche von Munien, westlich Liestal, zahlreich und wittern schön heraus. Doch haben die meisten Bivalven ihre Schale verloren. Unter diesen findet sich die länglich mandelförmige Pleuromya elongata Ag. in Unzahl, dieselbe Form, die fast ebenso häufig schon im untern Eisenrogenstein (Etage Bajocien d'Orb.) vorkommt. Ihre Gestalt bietet aber nichts Charakteristisches. Den fast handgrossen, flachen, schildförmigen Clypeus patella Ag. (C. sinuatus Lsk.) habe ich bisher nur in diesen grobkörnigen Oolithen gefunden. Amm. Parkinsoni Sow. nimmt an andern Orten einen tiefern Horizont ein und wird desswegen von andern Beobachtern in den untern Oolith (Bajocien) gestellt. Er ist also eigentlich nur in unserer Umgebung für den grobkörnigen Oolith über dem Hauptrogenstein bezeichnend. Höher habe ich ihn nie gefunden, ebensowenig aber tiefer, also auch nicht in unserm untern Eisenrogenstein, der den Hauptrogenstein unterteuft. Manche Formen, wie Rhynchonella varians und Terebratula intermedia Sow. (T. anserina Merian) stellen sich hier schon ein, haben aber ihr Hauptlager in den höhern Abtheilungen.

3. Gelbbraunes, unrein oolitisch-körniges Gestein mit Discoidea [1]) depressa Ag. (Holectypus depressus Desor),

[1]) Bei den in den letzten Jahren mit so grossem Erfolg in verschiedenen Meeren, und so auch an der Küste von Florida unter Mit-

Clypeus (Clypeopygus) Hugii Ag., Disaster analis Ag. (Collyrites ovalis Leske), Hyboclypus gibberulus Ag. und andern Echiniden. Die Mächtigkeit dieser unreinen, rauhen, gelb- und rothbraunen, eisenreichen, thonigen Kalke, die sich enge an die grobkörnigen Oolithe der vorigen Abtheilung anschliessen, beträgt nur wenige Fuss. Clypeus patella findet sich hier nicht mehr, Nucleoliten sind seltener. Zerschlägt man die hier auftretenden Seeigel, so sieht man, dass sie einem andern Gesteine, einem undeutlich und kleinkörnigen oder oolitisch rauhen, eisenreichen Kalkstein angehören. Auf den Feldern finden sich natürlich die Petrefacten beider, einander so nahe liegender Abtheilungen gemengt vor. Diese Abtheilung wurde an zahlreichen Orten unter verschiedenen Namen signalisirt. Ihr entsprechen wohl am nächsten die Marnes Vesouliennes und die sog. Discoideenmergel, obwohl bei uns eigentliche Mergel in diesem Niveau ganz fehlen. An manchen Orten in den eigentlichen Juraketten scheinen, wenigstens theilweise, die grobkörnigen Oolithe mit dem Clypeus patella zu fehlen und durch die gelben rauhen Thonkalke mit Discoideen und den andern Echiniden vertreten zu sein. Muscheln (Bivalven und Terebrateln) fehlen auch hier nicht, treten aber mehr zurück.

4. Graulich gelbe oder braune rauhe Kalke mit Gervillia Andreæ Thurm., Trigonia costata Lam. und Lima proboscidea Sow. Ausserdem noch eine Anzahl anderer Bivalven, sämmtliche von dicken wohlerhaltenen Schalen, die in grosskrystallinischen Kalkspath umgewandelt sind.

---

wirkung der Herren Agassiz und Pourtalès ausgeführten Tiefseeforschungen wurden von dem Pourtalès-Plateau aus einer Tiefe von 250 bis 400 Faden ausser der Terebratula Cubensis und der Waldheimia Floridana auch eine Salenia und eine Discoidea, also angeblich ausgestorbene Gattungen, herausgefischt.

Diese rauhen, thonigen Kalke bilden die unmittelbare Fortsetzung der vorhergehenden. Sie sind hie und da gleichfalls noch unregelmässig oolitisch und körnig, ja selbst von sandigem Aussehen und nehmen an eisenreichen Stellen eine braunrothe Färbung an. Sie sind in schwachen, unregelmässigen Bänken von wenigen Zollen Dicke abgelagert und erreichen in der Regel nicht mehr als 1—2 Meter Gesammtmächtigkeit. Die Seeigel der vorigen Abtheilung setzen hie und da, obwohl sehr spärlich, in diese obern Schichten fort, die man an manchen Orten von den untern, welche der Abtheilung Nr. 3 angehören, kaum trennen kann.

Ganz besonders charakteristisch sind hier unter den Bivalven die 3—4 Zoll langen, schmalen fingerförmigen Gervillien (G. Andreæ Thurm.), die nur hier vorkommen, dagegen in den tiefern und höhern Abtheilungen fehlen. Die Trigonia costata hat hier ihr Hauptlager und erreicht eine stattliche Grösse. Die handförmige, grobgerippte und mit grossen röhrenförmigen Stacheln versehene Lima proboscidea Sow. (Ostrea pectiniformis anderer Autoren) erreicht wahrhaft riesige Dimensionen, nicht viel unter einem Fuss Durchmesser. Auf Sichtern bei Liestal ist sie in dem daselbst aufgebrochenen Waldboden in zahlreichen Exemplaren zum Vorschein gekommen. Dieselbe Art findet sich bei uns bereits im untern Eisenrogenstein (Etage Bajocien d'Orb.), also unterhalb des Hauptrogensteines, aber in viel kleinern, kaum handgrossen Exemplaren, so dass man versucht werden könnte, diese beiden an Grösse und Habitus merklich abweichenden Formen als zwei verschiedene Species aufzufassen und demnach besonders zu benennen. Hat man doch viel näher stehende Formen, freilich mit Unrecht, als verschiedene Species aufgeführt! In der obersten Abtheilung des Bradford findet man zahllose

Exemplare von röhrenförmigen Stacheln, welche dieser grossen Lima angehören, dagegen äusserst selten die dazu gehörenden Muscheln, während im untern Eisenoolith gerade das Umgekehrte der Fall ist. Ausser den genannten Bivalven finden sich noch manche andere: Lima, Pecten, Pholadomya, Goniomya, Ostrea, doch fehlt hier die im grobkörnigen Oolith so gemeine Pleuromya elongata und ebenso scheinen Ammoniten in den eigentlichen Gervillienschichten selten vorzukommen. Dagegen bietet die so bekannte Rhynchonella varians Sow., und zwar in einer besondern kleinen Varietät, förmliche Nester, ja ganze Bänke, die fast nur aus dieser kleinen Muschel bestehen. Dennoch sind das noch nicht die eigentlichen Varians-Schichten im engern Sinne. Vielmehr müssen wir diese in der nächstfolgenden Abtheilung suchen. Die dem Bradford überhaupt angehörige stattliche zweigefaltete Terebratula intermedia Sow. (T. anserina Mer.) fehlt auch hier nicht. Wir finden also auch hier neben einigen eigenthümlichen Arten solche, welche durch mehrere Abtheilungen hindurchgehen.

5. Graue oder hellgelbe, thonige, feine Kalke mit Ostrea Knorrii Ziet. (Ostrea costata anderer Autoren), Mytilus (Modiola) bipartitus Sow., Mytilus striolaris (Mod. pulcherrima Röm.), Terebratula emarginata Quenst., Gresslya lunulata Ag., Lucina jurensis d'Orb., Pholadomya Bucardium Ag. u. A. Rhynchonella varians Sow. hat hier ihr Hauptlager. Sie findet sich in zahllosen Exemplaren und erreicht hier ihre schönste Ausbildung. Die Individuen sind hier grösser und stattlicher als in den tiefern Abtheilungen. Höher als Nr. 5 habe ich sie noch nirgends bei uns getroffen. Ich kenne keine Versteinerung in der ganzen Juraformation, selbst nicht die bekannte Gryphæa arcuata des untern Lias ausgenommen, welche an so zahlreichen Orten und in einer sol-

chen Menge von Individuen aufträte, wie die Rhynchonella varians. Sie ist unbedingt die gemeinste Versteinerung in unserm Jura. Viel seltener ist die ihr ähnliche aber grössere und mehr kugelige Rh. concinna Sow. und die gleichfalls kugelige aber dornig gerippte Rh. spinosa Sow. mit an die kleine Schale niedergedrücktem Schnabel. Letztere hat zwar gleichfalls hier, in Nr. 5, ihr Hauptlager, findet sich aber auch schon, obgleich spärlicher, in den untern Abtheilungen, sowie im untern Eisenoolith. Dasselbe ist auch mit der grossen zweigefalteten Terebratula intermedia Sow. der Fall, die schon in der vorigen Abtheilung erwähnt wurde. Eine andere, gleichfalls glatte, aber völlig ungefaltete, kleinere, schlank eiförmige, nach vorn spitz zulaufende Terebratel, T. emarginata Quenst. (T. subbucculenta Dav.) findet sich fast nur hier, in Nr. 5, und zwar in grosser Zahl, wogegen sie in den beiden tiefern Abtheilungen nur äusserst selten angetroffen wird. Wird diese Form noch schlanker und bedeutend grösser, so nähert sie sich der Ter. lagenalis Schl., die in unsern Bradfordschichten zu den Seltenheiten gehört. Die Abtheilung Nr. 5 ist unstreitig die wichtigste und verbreitetste, und in der Regel auch die mächtigste (3—5 Meter) des ganzen Bradford. Es ist diess der Bradford oder Cornbrash im engern Sinne, der fast überall über dem Hauptrogenstein zu Tage tritt, auch wo man die tiefern Abtheilungen nicht bemerkt. Die Versteinerungen sind trefflich erhalten. Die Seeigel der untern Abtheilungen scheinen hier ganz zu fehlen. Die Kalke sind in der Tiefe gewöhnlich blaugrau, an der Oberfläche aber hellgelb, in Folge der Oxydation des Eisengehaltes, der sich oft als erkennbares Schwefeleisen kund gibt.

Ausser den genannten verbreitetsten Arten kommen noch viele andere weniger häufige vor, worunter ich nur

den glatten, flach-linsenförmigen Pecten demissus Phill., den grobschuppig gerippten, kleinen Pecten squamosus Mer. (P. Rhetus d'Orb.) und den Belemnites canaliculatus Schl. anführen will, die spärlicher schon in den beiden vorigen Abtheilungen auftreten.

Was diese obere und zugleich Hauptabtheilung des Bradford ganz besonders gegenüber den beiden vorhergehenden Abtheilungen unterscheidet, ist der gänzliche Mangel an Seeigeln, die doch in so grosser Anzahl und Mannigfaltigkeit in den untern Abtheilungen Nr. 2 und 3 auftreten. Dagegen sind der Abtheilung Nr. 5 die bereits oben angeführten Arten eigenthümlich.

6. Gelbbraune, oft oolitische, eisenreiche Kalke mit Ammonites macrocephalus Schl. und Amm. triplicatus Quenst., die oberste Abtheilung des Bradford oder Cornbrash bildend.

Der untere Bradford, insbesondere die rauhen thonigen und eisenreichen Kalke der Schichten Nr. 3 und 4, scheinen am nächsten dem Calcaire roux sableux, und der obere Bradford, Nr. 5, der Dalle nacrée des westlichen Jura zu entsprechen, obgleich die Petrefactenverzeichnisse nicht genau stimmen. Die Hauptversteinerungen des Bradford Nr. 2—5 finden sich jedoch in diesen beiden Abtheilungen, wenn auch in etwas anderer Reihenfolge wieder. [1]) Die von Frommherz und später (Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschrift, Bd. V) von F. Sandberger noch genauer beschriebenen Bradfordschichten des badischen Oberlandes, namentlich in den

[1]) Je weiter wir uns von unserm Basler Jura gegen Süden und Westen entfernen und uns nach den analogen Schichten des Bradfords im Berner und Neuchateler Jura umsehen, desto grösser werden sich die Abweichungen gleichzeitig gebildeter Schichten zeigen und desto weniger ist man der Gleichzeitigkeit sonst nahe übereinstimmender Faunengruppen versichert.

Umgebungen von Riedlingen und Vögisheim, scheinen, wie ich mich gleichfalls aus eigener Beobachtung überzeugt habe, unserm Bradford im Basler Jura am nächsten zu entsprechen. Dagegen hat man Mühe, in den sonst so genau studierten schwäbischen Schichten vom Parkinsonoolith bis zu den Macrocephalus-Schichten, wie sie z. B. von Quenstedt offenbar mit grösster Naturtreue geschildert werden, unsere Unterabtheilungen des Bradford wieder zu erkennen. Was hier sich vorzugsweise in den obern Abtheilungen vorfindet, wird dort aus den untern Schichten angegeben. Man kann nur im Allgemeinen sagen, dass der Braune Jura ε. Quenstedt's ziemlich genau unserm sog. Bradford oder Cornbrash entspricht und beide, sowohl durch ihre geognostische Stellung, als durch zahlreiche gemeinschaftliche Arten, als nahezu gleichzeitige Bildungen erscheinen. In dem Etage Bathonien von d'Orbigny ist, nicht unpassend, Hauptoolith mit Cornbrash vereinigt. Doch wollen auch die französischen Unterabtheilungen nicht recht mit den unserigen zusammen stimmen.

Auch die von Oppel, dem wir so schöne vergleichende Untersuchungen über die Juraformation verdanken, aufgestellten Abtheilungen, unten die Zone der Terebratula digona, oben die der Ter. lagenalis, wollen mit denjenigen in unserm Bradford oder Cornbrash in keiner Weise klappen. Hiezu kommt noch der bei den Oppelschen Zonen häufig wiederkehrende Uebelstand, dass die an die Spitze der einzelnen Zonen gestellten Leitfossilien, die Ter. lagenalis höchst selten, die Ter. digona gar nicht bei uns vorkommen. Ich glaube man sollte als typische Arten oder sog. Leitmuscheln immer nur solche Species an die Spitze der einzelnen Zonen oder Etagen stellen, die sich allenthalben in grosser Menge wiederfinden. Auch der später von Waagen und Andern

an die Spitze der Lagenalis-Zone gestellte Amm. aspidioides ist bei uns so selten, dass er sich nicht als Leitmuschel eignet. Ebenso fehlt uns der für England und Frankreich so wichtige Apiocrinus Parkinsoni. Dagegen möchte die von Mösch und Andern gebrauchte Bezeichnung „Varians-Schichten" (Rhynchonella varians) in der That sehr passend sein, insofern man darunter die ganze Bradfordetage (Nr. 2—5) versteht, indem unsere kleine Rhynchonella in sämmtlichen Schichten unseres Bradford, freilich am stärksten in den beiden obern Abtheilungen (Nr. 4 und 5) dominirt. Für die Unterabtheilungen müssen wir uns aber nach andern Leitmuscheln umsehen. Die von mir in obiger Ausführung vorgeschlagenen haben sich in einem Umkreis von 30 bis 40 Stunden als die in der That vorherrschenden erwiesen.

Die Trennung des Braunen J. ε. vom Br. J. δ., also die des Bradford vom untern Eisenoolith, mag für die schwäbischen Geologen mit grössern Schwierigkeiten verknüpft gewesen sein, weil in Württemberg, wie schon im östlichen Aargau, der Hauptrogenstein fehlt, der in unserm Jura eine so mächtige Scheidewand zwischen den beiden grossen Abtheilungen des Braunen Jura bildet.

Der früher so allgemein für die beschriebenen Schichten über dem Hauptrogenstein und auch von mir wegen seiner Geläufigkeit in dieser Arbeit noch vorzugsweise gebrauchte Name Bradford möchte, wenn man einmal die englischen Namen für die grössern Schichtengruppen beibehalten will, passender durch den Namen Cornbrash ersetzt werden, der unsern Schichten besser entspricht.

Bei allen Abweichungen, die sich in den Unterabtheilungen fernstehender Lokalitäten bemerkbar machen, bilden doch die nachfolgenden Macrocephalusschichten einen gemeinschaftlichen weit ausgedehnten Horizont,

der sich trefflich zum Abschluss der Cornbrashformation eignet.[1])

Diese gleichfalls nur wenige Fuss mächtigen braunen oder rothen Eisenoolithe mit Amm. macrocephalus Schl. und Amm. triplicatus Quenst. bilden die oberste Abtheilung des Bradford und werden von manchen Geologen bereits in die folgende Etage des Kelloway Rocks (Et. callovien d'Orb., Br. J. ζ. oder Ornatenthone von Quenstedt) gestellt. Wir schliessen diese Abtheilung noch dem Bradford an, weil der in dieser heimische Amm. triplicatus bereits in zahlreichen, oft fussgrossen Exemplaren in unserer obern Abtheilung Nr. 5, also den eigentlichen Bradford-Schichten auftritt, und weil an den meisten Orten in unserm Jura die darauf folgenden eisenoolithischen Callovien-Schichten nicht zum Vorschein kommen. Dagegen finden wir in unserm Jura gewöhnlich über den Schichten der Abtheilung Nr. 5 mit Mytilus bipartitus nur noch die erwähnten gelben Eisenoolithe mit Amm. macrocephalus und unmittelbar darauf entweder die hellgrauen schieferigen Mergelkalke des Oxford, also des untersten weissen Jura, oder noch vorher die grauen, an kleinen verkiesten Ammoniten reichen, sog. untern Oxfordthone (Oxfordien inférieur), deren Versteinerungen zwar dem Etage callovien (Br. J. ζ.) entsprechen, deren

---

[1]) Die merkwürdige Uebereinstimmung einzelner Schichten in weit von einander entfernten Lokalitäten, wie wir sie noch im Lias und theilweise noch im untern Oolith treffen, lässt sich im obern Braunen Jura nicht mehr nachweisen. Aber noch im untern Oolith, so gerade über den Opalinus-Schichten, setzen einzelne, wenige Linien dicke Bänkchen oder Platten, wie z. B. die sogenannte Pentacrinitenplatte Quenst., aus Württemberg in unsern Basler Jura ganz in derselben Beschaffenheit fort. Aehnliches gilt für das etwas höher liegende, schon den Humphriesianus-Schichten genäherte Lingula-Bänkchen. Die Uebereinstimmung ist vollständig.

schieferige graue Mergel sich aber schon ganz denen des untern weissen Jura anschliessen.

Wir hätten demnach sechs wohlcharakterisirte Abtheilungen der Bradford- oder Cornbrash-Schichten, von denen jede sich durch eine besondere petrographische Beschaffenheit und durch nur ihr eigenthümliche Versteinerungen unterscheiden, Unterschiede, die sich auf ansehnliche Erstreckungen rings um uns herum mit geringen Schwankungen gleich bleiben. Dabei gehen eine Anzahl Species durch mehrere, einige sogar, wie die Rhynchonella varians und spinosa, die Terebratula intermedia, die Trigonia costata u. s. w., fast durch alle Abtheilungen hindurch, und bilden so das gemeinsame Band, das alle zusammen zu einer gemeinschaftlichen, wohlcharakterisirten Etage, der wir noch besser den Namen Cornbrash geben, als den bisher üblichern Bradford, unter sich verbindet. Die durchschnittliche Gesammtmächtigkeit sämmtlicher Abtheilungen zusammen wird nicht über 15 bis 20 Meter betragen.

Stellen wir übersichtlich sämmtliche vorhin im Einzelnen charakterisirte Abtheilungen des Bradford oder Cornbrash zusammen, so haben wir nachstehende Reihenfolge von oben nach unten genommen:

A. Oberer Cornbrash. Eigentliche Variansschichten.

1. Gelbe oolithische Eisenkalke mit Ammonites macrocephalus Schl.
2. Blaugraue oder blassgelbe thonige Kalke mit Mytilus bipartitus Sow. und Ostrea Knorrii.

B. Mittlerer Cornbrash.

3. Rauhe gelbe und braune Kalke mit Gervillia Andreae Thurm.
4. Gelbe oolithische Kalke mit Holectypus depressus Desor (Discoideenmergel).

C. Unterer Cornbrash.

5. Grobkörnige Oolithe mit Clypeus patella (sinuatus) Ag.
6. Dichte löcherige Kalksteine mit Nerinea Bruckneri Thurm.

Hiemit schliesse ich die Etage des Bradford oder Cornbrash, die also am nächsten dem Braunen Jura ε. Quenstedt oder dem Etage Bathonien d'Orb. entspricht und auch von Oppel in seiner Bathgruppe zusammengefasst worden ist. Es folgen dann zunächst nach unten die dünnplattigen, hellgelben Schichten des obersten Hauptrogensteines, die besonders durch das zahlreiche Auftreten von Avicula tegulata (echinata) Goldf. charakterisirt werden.

Ob man unsern Hauptrogenstein mit dem Bradford vereinigen soll, wie d'Orbigny in seinem Etage bathonien gethan, oder zum untern Eisenrogenstein ziehen oder zwischen diesen beiden Hauptetagen des mittlern Jura vertheilen soll, darüber sind die Meinungen noch getheilt. Ich möchte mich, nach den auf unserm Gebiet gewonnenen Erfahrungen, eher der letzten Ansicht anschliessen, indem, wenigstens in den obern Bänken des Hauptrogensteins, die darin vorkommenden wenigen Versteinerungen, so namentlich die Seeigel, mit denen des Bradford übereinstimmen und auch die an einigen Orten, z. B. auf dem untern Hauenstein, im Hauptrogenstein selbst vorkommenden thonigen Zwischenschichten nur die bekannten Bradfordpetrefacten enthalten. Die untersten Bänke des Hauptrogensteines schliessen sich aber jedenfalls enge an den untern Eisenoolith an.

Was die Stellung unseres Hauptrogensteines zu dem Great Oolith oder Bathoolith der Engländer betrifft, so kann ich mich hierin nur auf das Urtheil der Sachverständigen berufen, welche den englischen Oolith als eine

etwas jüngere Bildung erklären, wenn auch die Altersunterschiede, geologisch gesprochen, nicht gross sein mögen. Es lässt sich auch leicht denken, dass die Rogensteinbildung in England später begann und noch fortdauerte, während sie bei uns schon vollendet war. Ebenso fehlt ja schon im östlichen Aargau und im schwäbischen Jura die Bildung des Hauptrogensteines ganz und wurden während dieser Zeit die thonigen und sandigen Schichten abgelagert, die dem Br. Jura δ. und ε. angehören. Verschiedene Uferbildungen, Nähe oder Ferne von grössern Flussmündungen mögen solche Unterschiede in der Gesteinsbildung erklären. Die Rogensteinbildung setzt, wie diess jetzt noch bei den Südseeinseln beobachtet wird, steile Ufer mit heftiger Brandung und überdiess ein ziemlich kalkreiches Meerwasser voraus, während die Absätze von Mergel und Sand auf ein flacheres Ufer und seichteres Meer schliessen lassen. Die grosse Seltenheit wohlerhaltener Versteinerungen im Hauptrogenstein und die Häufigkeit kleinerer Schalentrümmer lässt gleichfalls auf ein heftig bewegtes brandendes Meer für die Bildung des Hauptrogensteines schliessen. Durch die langsame Hebung des Schwarzwaldes während der Trias- und Juraperiode wichen die Uferlinien des Meeres langsam nach Süden zurück. Was früher seichtes Ufer war, wurde später Festland, und ehemalige Hochseeregionen wurden allmählig dem Ufer näher gerückt und mit den einem seichten Gestade entsprechenden Meeresthieren bevölkert, denselben Arten, die früher das nun Festland gewordene Ufer bewohnt hatten. Es folgt daraus, dass auch sehr nahe verwandte Meeresfaunen, die aus verschiedenen Gegenden stammen, nicht immer genau gleichzeitig entstanden sind und umgekehrt verschiedene Faunen, je nach den Meeresstationen, wie jetzt noch gleichzeitig gewesen sein können.

Schwieriger ist die Entstehung der Eisenoolithe, wie sie unterhalb und oberhalb des Hauptrogensteines auftreten, zu erklären. Ich habe mich bis dahin vergeblich nach einigermassen plausibeln Erklärungsversuchen umgesehen. Eine erst spätere, vielleicht nach der Hebung der Schichten über das Meer erfolgte Umwandlung von kalkigen Oolithen in eisenhaltige durch Infiltration von eisenreichen Säuerlingen, ähnlich den gerötheten Parthien längs den Spalten und Mulden des Korallenkalkes, ist nicht wohl anzunehmen, obgleich wir in den bekannten Pseudomorphosen die Umwandlung des kohlensauren Kalkes in Braun- oder Rotheisenstein häufig beobachten. In diesem Falle müssten wir den Eisenrogenstein auch streifen- oder nesterweise mitten quer durch den kalkigen Oolith hindurch vorfinden, was meines Wissens nicht der Fall ist. Im Gegentheil erscheint er geschichtet wie die andern mit ihm wechselnden thonigen und kalkigen Lagen.

Die Schichtung der Eisenoolithe, sowohl unter als über dem Hauptrogenstein, ist freilich nicht so regelmässig, als die der Kalksteinbänke und Mergelschichten, bleibt aber immerhin im Ganzen parallel zwischen den sie umgebenden thonig-schieferigen Ablagerungen. Eine directe Abscheidung der Eisenoolithe aus einem eisenreichen Meerwasser ist nicht wahrscheinlich. Die zahlreichen damit vorkommenden Geschöpfe hätten nicht darin leben können. Wir müssen daher annehmen, dass während des Absatzes der thonigen oder thonig-kalkigen Schichten am Meeresboden, nicht zu ferne vom Ufer, aus der Tiefe eisenreiche Säuerlinge hervorgedrungen sind, aus denen sich, ähnlich den Bohnerzen, Oolithe von Braun- und Rotheisenstein ausschieden. Die ursprünglichen Körner bestanden wahrscheinlich aus Eisencarbonat und die Umwandlung derselben zu Eisenoxydhydrat

erfolgte erst später durch Oxydation. Man findet bisweilen in unsern Eisenoolithen statt braune grüne, einem chloritischen oder glaukonitischen Eisensilicat ähnliche Körner, die wohl gleichfalls häufig die Umwandlung zu Brauneisenstein erlitten haben. Es können demnach Eisenoolithe sowohl aus Carbonaten, als auch Silicaten hervorgegangen sein, wofür auch die zahlreichen Brauneisensteinpseudomorphosen sprechen. Eine Entstehung aus oolithischen Eisenkiesen scheint mir nicht gerade wahrscheinlich. Es müssten auch noch unveränderte Eisenkiesoolithe gefunden werden, von denen mir nichts bekannt ist. Das Innere von vollständig geschlossenen, wohl erhaltenen Muscheln, z. B. von Terebrateln, ist häufig mit eisenoolithischen Körnern gefüllt, was ebenfalls für eine mit der Ablagerung der umgebenden Schichten nahezu gleichzeitige Bildung spricht. Die Schalen wurden aus einer eisenfreien benachbarten Meeresgegend herbeigeschwemmt. Immerhin bleibt noch Manches in der Bildungsgeschichte der Eisenoolithe räthselhaft.

Bereits vor fünfzehn Jahren habe ich in einem in unsern Verhandlungen publicirten Vortrage über den Basler Jura auf die merkwürdige petrographische und paläontologische Uebereinstimmung des untern Eisenrogensteines (Etage Bajocien d'Orb.) und des Cornbrash (Bathonien d'Orb.), also der Schichten unter und über dem Hauptrogenstein aufmerksam gemacht. Ich hatte in jenem Vortrag gezeigt, dass weitaus die Mehrzahl der Arten in beiden Etagen theils identisch, theils einander nahe verwandt sind, so dass man sie als Varietäten einer und derselben Art betrachten kann. Nur die Seeigel machen davon eine Ausnahme, indem sie, mit wenigen Ausnahmen, im Untern Oolith fehlen, dagegen im Cornbrash reichlich vertreten sind. Ja, nicht wenige Arten können wir aus dem Lias bis in den obern Corn-

brash verfolgen und einige setzen, mit geringen Abweichungen, bis in den weissen Jura fort. Seitdem ist die alte Lehre von der strengen Abgeschlossenheit der einzelnen geologischen Etagen von der Mehrzahl der Geologen aufgegeben oder doch sehr eingeschränkt worden und die Darwin'sche Theorie von der Entstehung der Arten hat vollends den neuen Ansichten zum Siege verholfen. In der That werden wir immer mehr dahin geführt, eine langsame gesetzmässige Fortentwicklung der organischen Schöpfung durch die geologischen Perioden hindurch anzunehmen, die nur lokale Störungen oder Unterbrechungen erlitten hat. Es wird die Aufgabe der jüngern Paläontologen sein, diese allmählige Umwandlung der Arten durch Kreuzung und veränderte Lebensverhältnisse an einzelnen geologischen Formationen oder kleinern Schichtenfolgen des Genauern nachzuweisen, wie diess bereits, beispielsweise, mit Erfolg für die Schnecken des Süsswasserkalkes von Steinheim geschehen ist. Ich selbst habe schon seit Jahren eine Reihe ähnlicher Beobachtungen aus den Schichten des braunen und weissen Jura gesammelt, die aber noch weiterer Vervollständigung bedürfen. Den genauern Nachweiss der allmähligen Umänderung der Arten durch die Schichten hindurch werden wir am besten den Paläontologen vom Fach überlassen.

Unter den Formen, welche, theils unverändert, theils mit geringen, nur als Varietäten erscheinenden Modificationen, aus dem untern Eisenrogenstein in den Cornbrash fortsetzen, obgleich beide Etagen durch die 100 bis 150 Meter mächtige Ablagerung des Hauptrogensteines von einander getrennt sind, möchte ich beispielsweise nur folgende bekanntere Arten anführen:

Terebratula Meriani Opp.
Ter. perovalis Sow.
Rhynchonella spinosa Dav.

Trigonia costata Lam.
Mytilus cuneatus Sow.
Avicula tegulata Goldf.
Lima probosidea Sow.
Pecten disciformis Schübler.
Ostrea Marshii Goldf.
Pholadomya media Ag.
Lyonsia abducta Ag.
Pleuromya elongata Ag.
*Belemnites canaliculatus Schl.
Serpula socialis Goldf.

So finden die Terebratula intermedia Sow. (T. anserina Mer.), die Rynchonella varians und concinna, die Gresslya lunulata, der Mytilus gibbosus und andere Arten des Cornbrash bereits nahe stehende Vorläufer im Untern Oolith, und setzen wieder mit geringen Modificationen theilweise noch in den weissen Jura fort. Zwischen Terebratula perovalis Sow. des Untern Oolithes, T. maxillata Sow. und T. intermedia Sow. des Cornbrash, T. Galienni d'Orb. und T. bisuffarcinata des untern weissen Jura (Oxfordkalke und Chaille), sämmtliche mit zwei Falten versehen, existirt wohl mehr als äussere Formähnlichkeit, und wir können, auch ohne stricten Beweis, bloss auf die zahlreichen Uebergänge fussend, die letztern den jüngern Schichten angehörenden Arten als die mehr oder minder modificirten Nachfolger der entsprechenden Arten aus den ältern Schichten betrachten. So liessen sich noch zahlreiche Uebergangsreihen formähnlicher Arten aufstellen und zum Theil noch viel weiter, einerseits bis zu den paläozoischen, andererseits bis zu den tertiären und recenten Schichten verfolgen und in einen genetischen Zusammenhang bringen. Die Rhynchonella Nympha Barr. der böhmischen Silurformation (Etage F.) ist der Rh. varians unseres Cornbrash zum Verwechseln

ähnlich,[1]) recente Austern, Schwämme, Korallen und andere sind oft von entsprechenden jurassischen Formen kaum zu unterscheiden. Manche Arten, besonders die den niedern Meeresthieren angehörenden, zeigen eine ungemein lange Lebensdauer und Stätigkeit durch mehrere geologische Perioden hindurch, während andere viel schneller sich modificirt haben oder gänzlich ausgestorben sind.

Wir haben bei der Ermittlung der einzelnen Unterabtheilungen unseres Cornbrash gefunden, dass in jeder derselben, neben einer Anzahl bereits früher vorhandener Arten, neue Formen auftreten, die sich in der vorhergehenden noch nicht vorfanden, und andere bald wieder erlöschen oder wenigstens in den höhern Abtheilungen nicht mehr gefunden werden. Solche Wahrnehmungen waren es ohne Zweifel, welche die Hypothese von streng abgeschlossenen, den einzelnen geologischen Etagen entsprechenden Schöpfungen hervorriefen. In der That ist dieses so häufig beobachtete, scheinbar plötzliche Auftreten neuer Arten in höhern Schichten nicht so leicht zu erklären. Es ergab sich, dass, wie Barrande im silurischen System gezeigt, bisweilen eine jüngere Fauna sich mitten zwischen die einer ältern Fauna entsprechenden Schichten eingeschoben hat, oder dass, wie wir in unserm Untern Oolith und Cornbrash gesehen haben, Formen, welche in ältern Schichten aufgetreten sind, nach Ueberspringung einer oder mehrerer geologischer Etagen, in jüngern wieder zum Vorschein kommen. Einer wiederholten Neuschöpfung bereits erloschener Arten wird Niemand das Wort reden wollen. Dagegen möchte die

[1]) Auch die Rh. deflexa Sow. aus der obern Silurformation von Cincinnati (Ohio) gleicht der kleinen im mittlern Bradford häufig auftretenden Varietät von Rh. varians ausnehmend, so dass man sie unbedenklich für eine Bradfordspecies halten würde.

Annahme einer zeitweiligen Ein- oder Auswanderung bestimmter Thiergruppen in Folge veränderter Lebensbedingungen das scheinbar plötzliche Auftreten oder Verschwinden einzelner Arten oder ganzer Faunengruppen am natürlichsten erklären. In der Regel ist es nicht die ganze in einer Schichtengruppe begrabene Thierwelt, die miteinander verschwindet, und durch eine neue fremdartige in den darauf folgenden Schichten ersetzt wird. Meistens tritt nur ganz allmählig, je weiter wir von Schicht zu Schicht aufwärts steigen, eine Aenderung der Gesammtfauna ein. Einzelne ältere Arten treten allmählig zurück, verändern sich oder verschwinden, während eben so allmählig, theils an Ort und Stelle modificirte, theils durch Wanderung aus der Ferne hereingekommene neue Arten sich einschieben, bis zuletzt, in Folge dieser langsamen, aber stetig fortgesetzten Veränderungen, das Gesammtbild der Fauna in den jüngern Schichten ein merklich anderes geworden ist. Bestimmte Meeresstationen müssen überdiess in Folge einer Hebung oder Senkung des Bodens und dadurch veränderter Beschaffenheit der Umgebungen einen mächtigen Einfluss auf ihre Fauna ausüben. Neue Meeresströmungen werden herbeigeführt, bisher bestandene abgelenkt, Flussmündungen treten in nähern Bereich und ergiessen ihren Sand und Schlamm in ein bisher klares salziges Wasser : lauter Faktoren, welche eine allmählige Umänderung der Fauna herbeiführen müssen.

Eine plötzliche und totale Aenderung der Gesammtfauna einer Schichtenfolge ist wohl immer auch mit einer Aenderung der Gesteinsart verbunden, welcher die jüngere, eine neue Fauna einschliessende Schichtenreihe angehört. Meistens sind es Süsswasserablagerungen, welche auf meerische Schichten folgen oder umgekehrt. In der Regel wird ein solcher scharf abgeschnittener Faunen-

wechsel rasch erfolgte Hebungen oder Senkungen des Meeresbodens und des benachbarten Küstenstriches voraussetzen. So haben sich nördlich von den Alpen in Deutschland und Frankreich zwischen die meerischen Ablagerungen des Muschelkalkes und Lias die fluviatilen des Keupers, zwischen diejenigen des obern Jura und der untern Kreide die Süsswasserablagerungen des Purbeck und Wealden eingeschoben und in der That ziemlich scharfe Abschnitte gebildet. Die Fauna unseres Muschelkalkes ist von der des Lias, diejenige des Kimmeridge- und Portlandkalkes von der des Neocomien in der That merklich verschieden. Wo aber in der Trias- und Juraperiode die Meeresablagerungen einen ungestörten Fortgang hatten, wie in einem grossen Theile der Alpen, da finden wir auch in Bezug auf die Fauna sehr allmählige Uebergänge zwischen den Trias- und Liasablagerungen, sowie zwischen den Schichten der Jura- und Kreideformation, so dass nirgends eine feste Grenze zu ziehen ist. Hr. Rathsherr Peter Merian hat diess schon vor mehrern Jahren des Genauern nachgewiesen. Scharfe Abschnitte zwischen den einzelnen geologischen Formationen oder Etagen finden sich indess auch in unsern ausseralpinen Gegenden nicht häufig und können in manchen Fällen auf vorhergehende Abschwemmung oder Zerstörung intermediärer Schichtenfolgen oder auf Abrutschungen zurückgeführt werden, von denen wir gerade in unsern Umgebungen so viele Beispiele haben. So finden wir z. B. nicht selten die untersten Kalkbänke des Lias direct über die fluviatilen Mergel oder Sandsteine des Keupers gelagert, die frei von Meeresmuscheln sind. Wo ganze Formationen in Folge der zeitweiligen Erhebung einer Gegend über das Meer fehlen, wie bei uns z. B. die Kreideformation, werden wir natürlich gleichfalls scharfen Abschnitten begegnen und

so werden wir z. B. bei uns die nach Fauna, Flora und Gesteinsbeschaffenheit so sehr abweichenden miocenen Tertiärschichten direct über dem Oxford- oder Korallenkalk abgelagert finden.

In der Regel werden wir also, wo nicht gewaltsame Störungen stattgefunden haben, in der regelmässigen Schichtenfolge aufwärtssteigend, nur eine sehr allmählige Veränderung in der Fauna und Gesteinsbeschaffenheit und keine scharfen Abschnitte vorfinden. Die verschiedenen Unterabtheilungen unseres Eisenrogensteines und Cornbrash bilden hiefür einen neuen Beleg. Hebungen und Senkungen des Meeresbodens haben veränderte Lebensbedingungen herbeigeführt. Die robusten und stabilen Arten einer Meeresstation werden hiebei, indem sie sich den neuen Verhältnissen anschmiegen, langsam umgewandelt, die empfindlichern Arten aber vertilgt oder zur Auswanderung genöthigt, während andere, durch ähnliche Aenderungen vertrieben, aus der Ferne einwandern und sich hier festsetzen, wenn ihnen die neuen Umgebungen zusagen.

Werfen wir einen Blick auf die geologische Karte der Schweiz und auf die des Kantons Basel im Besondern, so finden wir, dass unsere Gegend von den ehemaligen Uferlinien des Trias- und Jurameeres durchzogen wird und dass wir es demnach vorherrschend mit Uferbildungen zu thun haben. Während der Trias- und Juraperiode wichen, wie wir bereits oben gesehen haben, die Uferlinien in Folge der langsamen Hebung des Schwarzwaldmassivs allmählig nach Süden zurück und was früher seichtes Ufer war, wurde Festland, während gleichzeitig die frühern Tiefmeerregionen dem Ufer näher rückten. [1]) Die littorale Meeres-

[1]) Neben der langsamen plutonischen Erhebung des Schwarzwaldcontinentes musste überdiess durch die littoralen Sand- und Schlamm-

fauna musste also fortwährend zurückweichen, je mehr sich der Meeresboden hob, und sich auf der anders gearteten ehemaligen Tiefmeerfauna ablagern. Daher der mehrmalige Wechsel von Gesteinsablagerungen und von verschiedenen Meeresfaunen. Diesem entsprechend finden wir, wie ein Blick auf unsere Karten lehrt, in den nächsten Umgebungen des südlichen Schwarzwaldes, nördlich vom Rhein, nur die Triasformation mit zerstreuten spärlichen Resten des Lias, ebenso südlich vom Rhein, im nördlichen und östlichen Baselbiet und im nördlichen Aargau, vorherrschend Triasgebilde, während erst weiter nach Süden und Südwesten allmählig die mächtigen Schichtenfolgen des schwarzen und braunen Jura und erst noch weiter südlich und westlich die des Korallenkalkes aufsteigen. Wenn auch unzweifelhaft auf den Triashöhen nördlich und südlich vom Rhein ansehnliche Parthien von Lias- und Juraschichten durch Erosion wieder fortgeführt worden sind, so bleibt doch so viel festgestellt, dass die Hauptablagerungen des mittlern und obern Jura erst weiter südlich und südwestlich vom Rhein begannen.

Die Beschaffenheit der Fauna steht, wie auch die Untersuchungen in unserm mittlern Jura lehren, in einem unverkennbaren Zusammenhang mit der Gesteinsart. Die littorale Fauna ist eine andere als die der tiefern Meeresregionen und ebenso sind die Uferablagerungen anders als die der Hochsee. Jene sind an seichten Ufern meistens thonig, mergelig oder sandig, an steilen Ufern mit starker Brandung oolithisch, diese aber, ferne vom Gestade, rein kalkig. Beide aber, Fauna und Gesteinsart, sind abhängig von Hebungen und Senkungen des Meeresbodens, von Meeresströmungen und den dadurch

ablagerungen und durch die fortgesetzte Anhäufung von Schaalthierresten eine fortdauernde Erhöhung des Meeresbodens stattfinden.

modificirten Lebensverhältnissen. Wir sind desshalb durch unsere unmittelbaren Beobachtungen wesentlich zu denselben Resultaten gelangt, zu denen Gressly schon vor einer Reihe von Jahren durch das Studium des Solothurner Jura geführt wurde.

Bei der allmähligen Umänderung der Meeresfaunen im Verlauf einer geologischen Periode oder durch mehrere Perioden hindurch haben wir den veränderten Lebensverhältnissen, den Ein- und Auswanderungen, einen vorwiegenden Antheil zugeschrieben, also das Moment der Acclimatisation oder Accomodation in den Vordergrund gestellt. Es ist aber klar, dass die besonders von Darwin hervorgehobenen Factoren der Züchtung und Vererbung, namentlich bei der Mischung eingewanderter und ursprünglicher Faunen an bestimmten Meeresstationen, mit in Betracht kommen, obgleich sie sich auf geologischem Felde vorläufig noch nicht so sicher, wie die andern, in den äussern Existenzbedingungen liegenden Factoren nachweisen lassen. So viel aber können wir jetzt schon sagen, dass die Darwin'schen Ideen von der allmähligen Entstehung und Umänderungen einzelner Thierformen, also von der Entstehung der Arten im Allgemeinen, durch ein sorgfältiges Studium der auf einander folgenden, Versteinerungen führenden, Schichten, mehr und mehr Bestätigung finden.

Erklärung der Tafel.

Auf beiliegender Zeichnung sind die 6 Unterabtheilungen des Cornbrash (Nr. 1—6) in ihrer Lagerung über dem Hauptrogenstein und unterhalb dem weissen Jura, und zwar gegenüber diesem letztern, der Deutlichkeit wegen, in sehr vergrössertem Massstab dargestellt worden.

Résumé.

1. Jede der sechs Abtheilungen des Cornbrash ist durch eigenthümliche Versteinerungen und besondere Gesteinsart charakterisirt.

2. Dabei setzen eine Anzahl von Species durch mehrere Abtheilungen hindurch und bilden so das gemeinsame Band für die ganze Cornbrash-Etage.

3. Manche Species des Cornbrash finden sich schon im untern Eisenrogenstein (Bajocien) und einige selbst schon im Lias, während andere aus dem untern braunen Jura bis in den weissen fortsetzen.

4. Nicht wenige Arten setzen durch mehrere geologische Etagen hindurch, wobei sie öfter allmählige Aenderungen ihrer Gestalt und Grösse erleiden, die zu neuen Varietäten und Arten führen.

5. Die Hypothesen von Lamark und von Darwin über die Entstehung der Arten finden in der schrittweisen Verfolgung der Versteinerungen führenden Schichten, sowohl der ältern, als der jüngern, ihre vielfältige Bestätigung.

6. In jeder Abtheilung des Cornbrash treten neue Arten auf, während frühere Formen verschwinden.

7. Die Arten verschwinden an einem bestimmten Ort entweder durch Aussterben, oder durch Auswanderung in Folge veränderter Lebensbedingungen.

8. Neue Arten treten an einer bestimmten Stelle auf durch successive Umwandlung älterer Arten oder durch Einwanderung aus entfernten Meeresstationen, wo sie allmählig zur Ausbildung gekommen sind.

9. Ein plötzliches selbstständiges Entstehen neuer Arten zu irgend einer Zeit, oder an irgend einem Ort ist nicht anzunehmen.

10. Die Arten wandern aus theils durch die langsame Ausbreitung der Individuen in Folge ihrer Vermehrung, theils unfreiwillig, vertrieben durch veränderte Lebensverhältnisse oder durch Meeresströmungen, deren Richtung und Beschaffenheit selbst wieder von Aenderungen des Bodenreliefs abhängt.

11. Die meisten unserer Trias- und Juraschichten sind Uferbildungen, welche bei der langsamen Hebung des Schwarzwaldes allmählig sich nach Süden zurückzogen.

12. Hebungen und Senkungen des Bodens verändern die Lebensverhältnisse und hiemit die Beschaffenheit einer bestimmten Meeresfauna. Sie erklären die Verschiedenheit gleichzeitiger, aber verschieden gelegener Faunen, sowie die Uebereinstimmung ungleichzeitiger, aber ähnlich gelegener Meeresstationen.

Die Gesteine des Geschenen-, Gornern- und Maienthales

von

Prof. Alb. Müller.

(März 1871.)

1. Allgemeine Uebersicht.

Mehrere Jahre mit der geognostischen Untersuchung der östlichen Seitenthäler des Reussthales im Kanton Uri beschäftigt, sah ich die Nothwendigkeit ein, in gleicher Weise auch die westlichen Seitenthäler in's Auge fassen zu müssen, um ein besseres Verständniss für das ganze, dem Centralmassiv des Finsteraarhorn angehörende Gebiet zu gewinnen. Zu diesem Ende habe ich im ver-

wichenen Sommer, von Wasen und Geschenen aus, einige Ausflüge in die nächst gelegenen Seitenthäler unternommen, nämlich in das Geschenen-, Gornern- und Maienthal, bis das leider bald darauf eintretende Regenwetter mich zur Heimkehr nöthigte. Die wenigen Tage, die ich diessmal auf solche Ausflüge in's Hochgebirg verwenden konnte, liessen sich mehr nur zur vorläufigen Orientierung in dem neuen Gebiet verwenden. Grössere Touren, verknüpft mit einer genauern Untersuchung dieser Hochthäler, müssen also auf einen folgenden günstigen Sommer verspart werden. Immerhin war es mir gestattet, einige Beobachtungen zu machen und eine Anzahl Belegstücke zu sammeln, welche als ein erster Beitrag zur nähern Kenntniss dieses bereits von mehrern unserer besten Geologen flüchtig durchstreiften Gebietes dienen sollen.

Wie bereits erwähnt, bildet das westlich vom Reussthal, zwischen Amstäg und Andermatt gelegene, aus Graniten und krystallinischen Schiefern bestehende Hochgebirg die unmittelbare Fortsetzung des bereits im Osten des Reussthales beginnenden, vom Maderaner-, Etzli- und Fellithal und andern Thälern durchschnittenen Centralmassivs des Finsteraarhorns, dessen fächerförmiger Schichtenbau ein constantes Streichen von Nordost nach Südwest, entsprechend dem Hauptstreichen unserer Alpen, zeigt.

Es war demnach schon zum Voraus zu erwarten, dass die Gesteine der Westseite denen der Ostseite, sowohl nach mineralogischer Beschaffenheit, als nach Schichtung und Zerklüftung entsprechen würden. Ein genauerer Einblick in die von mir durchwanderten westlichen Thäler hat diese Voraussicht vollkommen bestätigt. In der That haben wir hier wie dort wesentlich dieselben Gesteine mit demselben unzählige Male wiederhol-

ten Wechsel der mannigfaltigsten Varietäten von schieferigen, von gneiss- und granitartigen Gesteinen, die alle mit wenigen Ausnahmen ein constantes steiles (70—85 °) südöstliches Einfallen und hiemit das dem Centralmassiv des Finsteraarhorn entsprechende Streichen von Südwest nach Nordost zeigen. Wir haben es auch hier, auf der Westseite, mit der nördlichen Partie des grossen Schichtenfächers unseres Centralmassivs zu thun, die einen steilen bis nahezu auf 90 ° wachsenden Südfall der Schichten zeigt, während auf der südlichen Hälfte derselben sich nach Westen zu hie und da ein steiler Nordfall bemerklich macht. Doch zeigt das ganze Massiv vorherrschenden Südfall.

Die Gesteine des östlich vom Reussthal gelegenen Hochgebirges, namentlich diejenigen des Maderaner-, Etzli- und Fellithales und der südlich von der Crispaltkette gelegenen Hochthäler (Val, Giuf, Mila und Strim) habe ich der naturforschenden Gesellschaft in den letzten fünf Jahren wiederholt vorgeführt und in mehrern, in den Verhandlungen unserer Gesellschaft veröffentlichten Aufsätzen näher beschrieben. Ich kann mich desshalb auf das bereits Mitgetheilte beziehen und mich darauf beschränken, einige ganz besonders charakteristische oder diesen Thälern eigenthümliche Gesteinsvorkommnisse vorzuführen. Wir werden auch hier sehen, dass bei aller Uebereinstimmung mit den östlichen Seitenthälern doch jedes Thal auch hier wieder sein Besonderes in der Vertheilung und Lagerung der Gesteine und ihrer mineralogischen Beschaffenheit darbietet. Im Ganzen sind sie allerdings die genaue Fortsetzung der östlichen Gebirgstheile.

Während das Etzli- und Fellithal auf der Ostseite den Schichtenfächer quer durchschneiden und hiemit die fast vertikale Schichtung schön blosslegen, ist das mit

den genannten Thälern auf der Westseite weniger der Fall, am wenigsten mit dem Geschenenthal, das im Allgemeinen, einige Biegungen abgerechnet, in der Richtung des Streichens der Schichten, von Südwest nach Nordost, sich hinzieht. Hier ist desshalb die wirkliche Schichtung im Thale selbst nicht immer deutlich zu erkennen und man muss desshalb die kleinen Seitenthäler in's Auge fassen, wenn man die Schichtenstellung sehen will. Das Maien- und Gornernthal durchschneiden den Schichtenfächer zwar nicht gerade senkrecht, aber nur in mässig schiefer Richtung, so dass hier das Einfallen der steilen Gneisstafeln an manchen Stellen deutlich zu beobachten ist. Was uns in diesen beiden Thälern sofort auffällt, das sind die mächtigen Stöcke eines ächten grobkörnigen massigen Granites, welche an ihrem Ausgang zu beiden Seiten postirt sind und die ohne Zweifel die westliche Fortsetzung der Granitstöcke des Fellithales bilden. Gehen wir thaleinwärts, so folgen auf die massigen Granite zu beiden Seiten eine Reihe von steil gestellten Gneiss- und Schiefertafeln, die von einer weiter aufwärts folgenden zweiten Reihe abermals durch Granitstöcke getrennt sind. Die Granite zeigen vorherrschend eine horizontale Zerklüftung, in der Weise, dass die Kluftflächen sanft von beiden Seiten gegen die Thalsohle einzufallen scheinen, ein Auftreten, das ich bei den alpinen massigen Graniten schon mehrmals, so gerade auch im Fellithal, beobachtet habe. Dagegen tritt die vertikale Zerklüftung mehr zurück, sie ist unregelmässiger und weniger deutlich, als die horizontale. Wir haben also in diesen beiden Thälern einen mehrmaligen Wechsel von senkrecht gestellten tafeligen Gneissen und von massigen, vorherrschend horizontal zerklüfteten Graniten, einen Wechsel, der sich schon in den äussern Contouren der beiden Thal-

wände und ihrer obersten Gratlinien bemerkbar macht. Wo die beiden verschiedenartigen Massen an einander stossen, bemerken wir eine kleine Einbiegung des Grates, der auch eine Runse an der Thalwand entspricht. Weiter hinten im Thal werden keine Granitstöcke mehr bemerkt.

Das Geschenen-Thal bietet diesen mehrmaligen regelmässigen Wechsel zwischen massigen Graniten und senkrecht gestellten Schiefern oder Gneissen nicht dar, wie die beiden vorgenannten Thäler, was sich aus einer vorherrschend west-östlichen, dem Streichen der Schichten entsprechenden Richtung leicht erklären lässt. Jedoch finden wir gleichfalls, wenigstens auf der Südseite, d. h. an der rechten Thalwand, einen mächtigen Granitstock gleich beim Eintritt in das Thal, und auch noch weiter hinten treten, und zwar vorzugsweise auf der Südseite, massige Stöcke auf, die wenigstens auf granitähnliche Gesteine schliessen lassen. Bei den Biegungen des Thales springen solche massigen Gesteine auch auf die linke Thalseite über. Wo der anstehende Fels nicht zugänglich ist, wird es schwer zu unterscheiden, ob solche Gesteine wirkliche Granite oder nur granitartige grobgeschichtete Gneisse sind, indem diese letztern gleichfalls neben der vertikalen Schichtung eine deutliche horizontale Zerklüftung zeigen. Solche granitartigen Gneisse finden sich sowohl im Geschenenthal, hier besonders ausgezeichnet, als auch im Maien- und Gornernthal. Selbst wo es gelingt, Handstücke vom anstehenden Fels zu schlagen, hat man nicht selten Mühe, zu unterscheiden, ob man einen wirklichen Granit oder einen granitartigen Gneiss vor sich hat. Doch wird eine, wenn auch nur schwach angedeutete, parallele Anordnung der Glimmerflasern in der Regel für Gneiss entscheiden. Weitere Unterscheidungsmerkmale sollen bei Besprechung der

einzelnen Gesteine angegeben werden. Wenn ich in dieser allgemeinen Uebersicht der Gesteine unseres westlichen Reussgebietes von Gneissen spreche, so verstehe ich darunter nicht sowohl den eigentlichen wahren Urgneiss, wie er z. B. im Schwarzwald und Erzgebirge zu Hause ist, aber in unserm alpinen Schiefergebiet nur selten getroffen wird, sondern ich verstehe darunter bloss gneiss-ähnliche, bald schieferige, bald plattenförmige, bald grobgeschichtete Gesteine, welche im Ganzen die mineralogische Zusammensetzung des Gneisses darbieten und namentlich auch, wie dieser, durch eine mehr oder minder deutliche Parallelstructur sich auszeichnen, jedoch möglicher Weise ganz anderer, und namentlich viel jüngerer Entstehung sind, als der ächte alte Urgneiss, welcher die Basis der ältesten geschichteten krystallinischen Gesteine bildet.

2. Die Gesteine.

Es sollen hier vorerst nur die vorherrschenden Felsarten aufgeführt werden, welche in allen drei Thälern vorkommen.

1. Massiger Granit, dem Protogin ähnlich, irregulär, vorwiegend horizontal geklüftet, meistens ziemlich grobkörnig. Orthoklas in der Regel vorherrschend, nicht selten in ziemlich deutlichen Zwillingen ausgebildet, ohne dass jedoch der Granit eigentlich porphyrartig wird. Neben dem weissen oder gelblichweissen Orthoklas macht sich hin und wieder ein fast ebenso weisser oder grünlichweisser Oligoklas bemerkbar, der an der feinen Zwillingsstreifung zu erkennen ist, ein Merkmal, das freilich öfters der Beobachtung entgeht, sonst würde man den Oligoklas in unsern alpinen Graniten und Gneissen gewiss häufiger antreffen. Hat man ihn einmal gefunden, so trifft man ihn um so leichter wieder. Der

Quarz ist grau und in grobkörnigen Parthieen ausgeschieden. Der Glimmer ist dunkelgrün bis fast schwarz, feinschuppig und nicht wie bei den gewöhnlichen Graniten anderer Gebirge gleichmässig durch das Gestein vertheilt, sondern ziemlich spärlich in kleine unregelmässige Gruppen oder Flitteraggregate zerstreut. Wahrscheinlich ist er aus der Umwandlung einer thonigen Substanz oder irgend eines andern Minerals — bisweilen augenscheinlich aus Hornblende — hervorgegangen. Diese feinschuppigen Aggregate erinnern stark an Pseudomorphosen. Neben dem dunkelgrünen feinschuppigen Glimmer findet sich auch in ähnlichen Parthien, zuweilen nur spärlich, das hellgrüne, mehr grobschuppige, talkähnliche Mineral, das einen so verbreiteten Bestandtheil der alpinen granit- und gneissartigen Gesteine, namentlich des sog. Protogins, bildet, aber wie ich wiederholt nachgewiesen, nicht Talk, sondern ein talkerdefreier, kali- und natronhaltiger, schuppiger oder krummblättriger eigenthümlicher Glimmer ist. Schon die grössere Härte unterscheidet diesen Glimmer von dem Talk, ebenso der fast gänzliche Mangel an Talkerde. Das talkähnliche Aussehen hat schon oft die Verwechslung dieses eigenthümlichen, schuppigen, oft lebhaft perlmutterglänzenden Glimmers mit Talk veranlasst, wesshalb ich auch das Mineral vorläufig Talkglimmer genannt habe, um an die äussere Aehnlichkeit mit Talk und an die den Glimmern genäherte, freilich durch den grossen Kieselerdegehalt ausgezeichnete, chemische Constitution zu erinnern. In manchen Graniten und Gneissen scheint dieses talkähnliche hellgrüne Mineral aus der Umwandlung des Oligoklases hervorzugehen, der sehr häufig Uebergänge in eine viel weichere, grünliche, schimmernde Substanz zeigt.

An eingewachsenen andern Mineralien scheinen un-

sere Granite arm zu sein. In kleinen Klüften fand ich bei Wasen grünen Epidot, Bergkrystall zeigt sich selten. Ebenso vermisste ich auch scharfkantige Einschlüsse der anliegenden schieferigen und gneissartigen Gesteine, welche im Fellithal so ausgezeichnet vorkommen. Dennoch kann ich nicht umhin, diese massigen Stöcke als ächte eruptive Granite und als die Fortsetzung derjenigen des Fellithales zu betrachten. Es wären demnach die auf der geologischen Karte der Schweiz angegebenen drei Granitstreifen südlich vom Bristenstock nach Westen bis jenseits des Reussthales zu verlängern. Die von sehr competenter Seite ausgesprochene Vermuthung, dass massige Granitstöcke nach oben in tafelförmigen Gneiss ausgipfeln, der nach der Tiefe in granitisches Gestein umgewandelt sei, habe ich in dem von mir durchwanderten Revier nirgends bestätigt gefunden. Die Granitstöcke zeigten sich massig von unten bis oben. Das Auftreten des massigen Granites in den drei genannten Thälern, namentlich bei ihrem Ausgang, wurde schon oben beschrieben.

2. Gneiss, bald mehr schieferig, bald in fussdicken und noch mächtigern Bänken abgesondert, bildet weitaus das vorherrschende Gestein in dem beschriebenen Hochgebirgsrevier. Die Schichten fallen durchschnittlich 80—85° gegen Südost ein, werden stellweise senkrecht oder schlagen sogar, wie auf der linken Seite des Geschenenthales stellweise in ein steiles gegentheiliges, d. h. nordwestliches Fallen um. Die plattenförmige vertikale Absonderung tritt an zahlreichen Stellen recht ausgezeichnet hervor. Im untern Maienthal stehen selbst noch am untersten Abhang die steilen Schichtenköpfe der Gneisstafeln, noch einige Fuss über dem Boden hervorragend, wie Grabsteine neben einander gereiht. Die mannigfaltigsten, bald schieferigen, bald dick plattenför-

migen Varietäten des Gneisses folgen sich hier im buntesten Wechsel mit eigentlichen Schiefern und wiederholen sich unzählige Male in ähnlicher Weise wieder, ganz wie ich diess in den östlichen Thälern beschrieben habe. Eine regelmässige Reihenfolge ist nirgends wahrzunehmen. Den eigentlichen alten Urgneiss, mit seiner regelmässigen flaserigen Structur, habe ich, wenigstens anstehend, nirgends angetroffen.

a. Unreine Gneisse. So möchte ich die meisten in unserm Schiefergebiet auftretenden Gneissvarietäten nennen, die alle nur durch das gemeinsame Merkmal einer flaserigen, bald mehr schieferigen, bald mehr granitartigen Structur mit einander verknüpft sind. Im erstern Falle bildet der Glimmer mehr oder minder zusammenhängende Lagen, zwischen denen die weissen körnigen Zwischenlagen des Quarzes und des meist vorherrschenden Feldspathes vertheilt sind, im andern Falle ist der Glimmer unregelmässig durch die körnige Masse, jedoch mit paralleler Anordnung, zerstreut. Dieser Glimmer ist dann meist feinschuppig, man möchte fast sagen körnig, dunkelgrün und zu kleinen Flittern zusammengehäuft, also wie wir es oben bei den Graniten gesehen haben. Ebenso wenig fehlt auch bei den Gneissen der hellgrüne grobschuppige, manchmal fast dichte Talkglimmer, den ich bereits bei dem Granit beschrieben habe. Der Quarz ist in unregelmässigen kleinen Parthien oder auch in einzelnen Körnern vertheilt und bisweilen sind bereits kleine flaserige Gruppen eines feinkörnigen Quarzes mit der Loupe zu entdecken, wodurch der Uebergang zur folgenden Varietät angebahnt wird. Bisweilen sind auch die einzelnen grössern Quarzkörner ziemlich gleichmässig in der krystallinischen weissen Feldspathmasse vertheilt, so dass man vermuthen könnte, sie seien aus einem grobkörnigen Sandstein hervorgegangen

und durch später auf nassem Wege infiltrirten Feldspath umhüllt worden. Der weisse Orthoklas hat sich häufig in grössern deutlichen Zwillingskrystallen ausgeschieden und die umliegenden Glimmerstraten aus einander getrieben und wellenförmig gebogen, wodurch grobknotige Gneisse und bei den schieferigen Varietäten sog. Augengneisse hervorgegangen sind, die sehr häufig sich vorfinden. Auch der Quarz, meistens als grauer durchscheinender Glasquarz, bildet nicht selten, doch nie so ausgezeichnet wie der Orthoklas, knotenförmige Anschwellungen, um welche sich die Glimmerhäute herumbiegen. Hin und wieder bemerkt man auch auf den Spaltflächen des Feldspathes eine feine Zwillingsstreifung, was auf das Mitvorkommen von Albit oder Oligoklas schliessen lässt. Oligoklas findet sich nirgends, wohl aber Albit in Krystallen, den bekannten tafelförmigen Zwillingen, ausgeschieden, und möchte vielleicht auch in den Gneissen selbst den Oligoklas vertreten. Unter diesen gneissartigen Gesteinen finden sich auch solche, bei denen der feinkörnige Quarz durchaus fehlt und die dann ächten alten Gneissen — dem sog. Urgneiss — täuschend ähnlich sehen. Jedoch bildet der Glimmer meist mehr oder minder zusammenhängende Lagen oder grössere Flasern, zwischen denen kleine unregelmässige Parthien von Feldspath und Glasquarz sich — ohne Zweifel aus wässerigen Lösungen bei dem chemischen Umwandlungsprozess — ausgeschieden haben. Das ursprüngliche sedimentäre Gestein war hier nicht ein Sandstein, sondern ein sandfreier Mergelschiefer, dessen Thongehalt zur Glimmerbildung verwendet wurde. Wohl viele anscheinend ächte alte Gneisse möchten aus der Umwandlung schieferiger, thoniger Gesteine hervorgegangen sein.

Ausser den genannten Abänderungen giebt es noch

viele andere, denen man keinen Namen geben kann, die man aber doch nirgends als in der Gruppe der gneissartigen Gesteine unterbringen mag. Bei der Beschreibung der östlichen Gebirgsgruppe habe ich bereits in den vorhergehenden Heften die wichtigsten Varietäten hervorgehoben, so dass ich mich auf die eben mitgetheilten kurzen Notizen beschränken darf. Hier, wie dort, finden wir ungefähr dieselben schieferigen und gneissartigen Felsarten, und ebenso ist ihr Streichen und Fallen dasselbe. Jedoch verdient die grosse Uebereinstimmung zwischen den Felsarten des Maderaner- und Etzlithales einerseits, und denjenigen des Gornernthales andererseits noch besonders hervorgehoben zu werden. Es wird diess um so weniger befremden, als ja beide durch das Reussthal getrennten Gebirgsgruppen nahezu in demselben west-östlichen Streichen der Schichten liegen, und beide ja einem und demselben Rayon des grossen krystallinischen Schichtenfächers angehören. Auch Geschenen- und Maienthal zeigen in ihren Gesteinen, wenn auch nicht so ausgesprochen, manche Uebereinstimmung mit denjenigen, die in der östlichen Fortsetzung ihres Streichens jenseits des Reussthales sich fortziehen.

b. Quarzitgneiss, ausgezeichnet durch die flaserigen Zwischenparthien eines feinkörnigen Quarzes oder durch Anhäufungen, meist schon mit dem blossen Auge deutlich erkennbarer, kleiner grauer oder röthlicher Quarzkörner, die beim Zerschlagen der Stücke wieder in feinen lockern Quarzsand zerfallen. Der graue in grössern Parthien ausgeschiedene Glasquarz der gewöhnlichen Gneisse fehlt bald ganz, bald drängt er sich zwischen und neben dem feinkörnigen Quarz noch deutlich unterscheidbar ein, bald auch durchdringt er den letztern, als Cement, so dass eine feinkörnige, in den einzelnen Körnern nicht mehr deutlich unterscheid-

bare Quarzmasse entsteht. Der Glimmer ist gleichfalls dunkelgrün oder braun, bald feinschuppig oder schuppig faserig, mit feiner paralleler Fältelung, bald aber wieder in deutlichen glatten glänzenden Blättchen, also eigentlichen Krystallen, ausgebildet. Ebenso fehlt der hellgrüne oder grünlichgraue grobschuppige Talkglimmer selten und herrscht häufig beträchtlich gegenüber dem dunkelgrünen oder braunen Glimmer vor, der sich dann an jenen anschmiegt.

Wo der Glimmer zusammenhängende Lagen oder Häute bildet, zwischen denen ähnliche ebene Lagen des körnigen mit Feldspath gemengten Quarzes parallel eingeschaltet sind, entstehen schieferige Abänderungen, ähnlich denjenigen, die ich schon bei den unreinen Gneissen der vorigen Abtheilung beschrieben habe. Wo hingegen die Glimmerblättchen mehr oder minder gleichmässig, jedoch immer in paralleler Anordnung, durch die körnige Masse vertheilt sind, entstehen Abänderungen, welche dann einem ächten Gneiss am nächsten kommen, in der Regel jedoch noch wohl von einem solchen zu unterscheiden sind. Auch sind meistens die Glimmerblättchen zu grössern flaserigen Parthien vereinigt. Gewöhnlich ist der Orthoklas stellweise in grössern Krystallen, fast immer Zwillinge, ausgeschieden, wodurch grobknotige Varietäten und bei zusammenhängenden Glimmerlagen ausgezeichnete Augengneisse entstehen, also Varietäten ganz ähnlich denjenigen, die wir bereits bei der Abtheilung der unreinen Gneisse kennen gelernt haben. Die dünnschieferigen Varietäten, mit zusammenhängenden Glimmerlagen, die mit ebenso dünnen feinkörnigen Quarzitstreifen wechseln, nähern sich immer mehr wahren Glimmerschiefern, doch sind immer noch zahlreich eingestreute kleine Orthoklaskryställchen zu erkennen. Andrerseits tritt bei

den grobgeschichteten, massig aussehenden Varietäten des Quarzitgneisses die parallele Anordnung der Glimmerblättchen immer mehr, wenn auch nie ganz, zurück, und das Gestein gewinnt ganz ein granitartiges Aussehen, so dass man es wohl als Quarzitgranit bezeichnen darf. Diese granitartigen, durch die Einlagerung des feinkörnigen Quarzes ausgezeichneten Gesteine sind jedoch durch so zahlreiche und unmerkliche, sowohl lokale, d. h. am anstehenden Fels bemerkbare, als auch mineralogische, d. h. durch Vergleichung verschiedener Handstücke erkennbare Uebergänge mit den deutlich gneissartigen, und diese wieder durch ähnliche Uebergänge mit den schieferigen Varietäten verbunden, dass man nicht umhin kann, allen einen gleichen Ursprung, d. h. die Entstehung durch chemisch-krystallinische Umwandlung früher vorhandener, bald dünn, bald grob geschichteter sedimentärer Gesteine zuzuschreiben.

Quarzitgneisse und Quarzitgranite kommen im Gornern-, Maien- und Geschenenthal vor, ganz besonders schön ausgebildet und stark verbreitet aber in dem letztgenannten Thale, vornehmlich auf der Südseite, etwa Gwüst gegenüber. Die krystallinische Umbildung hat hier einen hohen Grad erreicht, kaum weniger als bei den analogen Gesteinen am St. Gotthardt in der Nähe des Hospizes, welche denen vom Geschenenthal zum Verwechseln gleichen. Man könnte die Vermuthung aufstellen, dass in Folge mehrfacher Zusammenfaltung dieselben Schichtenreihen an beiden, von einander um wenige Stunden entfernten Orten wiederkehren, was aber noch des nähern Beweises bedarf. Es ist eben so leicht möglich, dass bei einer so mächtigen Schichtenfolge dieselben Arten sedimentärer Gesteine mehrmals sich wiederholten, wie wir das in dem mehrmaligen Wechsel

thoniger und kalkiger Schichtencomplexe in unserm Jura bemerken, und dass an entfernten Lokalitäten analoge Schichten denselben chemischen Umwandlungsprozess erlitten.

Quarzitgneisse, schieferige und massige, habe ich schon in den vorhergehenden Heften, namentlich im letzten, nicht nur vom St. Gotthardt, sondern fast aus allen südlich und nördlich von der Crispaltkette abzweigenden Seitenthälern beschrieben und ihre Abstammung aus sedimentären Sandsteinen durch einen chemischen Umwandlungsprozess, das heisst durch Infiltration der zur Feldspath- und Glimmerbildung nöthigen Stoffe, in gelöster Form, auf nassem Wege wahrscheinlich gemacht. Ich darf desshalb nur hier auf die, namentlich im letzten Hefte gegebene Auseinandersetzung verweisen. Der bereits in den ehemaligen sedimentären Sandsteinen in dünnen Zwischenlagen abgesetzte oder durch die Masse gleichförmig verbreitete Thon wurde höchst wahrscheinlich durch Zufuhr der fehlenden alkalischen Bestandtheile zur Glimmerbildung verwendet, wobei der bald dünnschieferige, bald gross geschichtete, fast massige Habitus der ehemaligen Sandsteine unverändert blieb. Wo der Feldspath sich in grössern Krystallen ausschied und die dünnen Glimmerlagen auseinander trieb, entstanden wellig gebogene, schieferige, knotige Gneisse. Auch in den Quarzitgneissen sind hin und wieder triklinische Feldspathe an der feinen Zwillingsstreifung bemerkbar.[1])

---

[1]) In der bedeutenden geognostischen Sammlung des leider zu früh verstorbenen Herrn Jos. Köchlin-Schlumberger in Mülhausen fand ich unter den Vogesen-Gesteinen manche Stücke, die unsern Quarzit-Gneissen ähnlich waren, dann aber auch gelblichweisse, feinkörnige Feldspathgesteine, voll runder Quarzkörner, die unter dem Namen Leptynite (Weisssteine) aufgeführt waren und die wohl gleichfalls

Es bleibt demnach, glaube ich, kaum eine andere Wahl übrig, als die, sämmtliche zu beiden Seiten des Reussthales auftretende schieferige und gneissartige krystallinische Gesteine, den selten vorkommenden Urgneiss ausgenommen, als ältere, wahrscheinlich paläozoische, metamorphische Sedimentgesteine zu Einer Gruppe zu vereinigen und auf der geologischen Karte der Schweiz mit einer und derselben Farbe zu bezeichnen. Wie ich schon im letzten Hefte angedeutet, fallen die krystallinischen Schiefer und Gneisse des Reussgebietes sehr wahrscheinlich mit den Casannaschiefern Theobalds zusammen und ohne Zweifel gehören noch ausgedehnte Gebirgsgruppen in unsern Centralalpen, östlich und westlich vom Reussthal, bis über die Grenzen der Schweiz hinaus denselben krystallinischen Schiefern an. So lange es noch nicht gelungen ist, den alten wahren Urgneiss von diesen jüngern gneissähnlichen metamorphischen Schiefern allenthalben zu unterscheiden und an den einzelnen Orten zu constatiren, wäre es vielleicht passend gewesen, alte und jüngere Gneisse oder Schiefer noch durchweg auf der ganzen Karte mit derselben Farbe, rosaroth, y, zu bezeichnen, wie es auch, gewiss ganz richtig, für den weitaus grössten Theil der Centralalpen in der zweiten Edition unserer geologischen Schweizerkarte noch geschehen ist. Die gesonderte Bezeichnung der Casannaschiefer in den Graubündner Alpen mit vertikalen rothen Strichen auf bräunlichem Grunde könnte leicht zu der irrigen Annahme ver-

---

nichts als durch Infiltration von Feldspath umgewandelte ehemalige Sandsteine sind. Unser Museum besitzt mehrere ausgezeichnete Quarzite und Quarzitgneisse von Scutterud in Norwegen, worin neben Glimmerblättchen und Feldspathkryställchen zahlreiche Krystalle und Körner von Glanzkobalt — alle wohl gleichfalls durch spätere Infiltration auf nassem Wege — zwischen den Quarzkörnern ausgeschieden sind.

anlassen, als ob hier andere, von denen des Finsteraarhorn-Massivs abweichende krystallinische Schiefer aufträten, was schwerlich der Fall ist. Wollte man einmal consequent verfahren, so hätte sicherlich das ganze von mir in den letzten fünf Sommern durchwanderte krystallinische Schiefergebiet zu beiden Seiten des Reussthales statt rosaroth, y, mit der Farbe der Casannaschiefer, i, bezeichnet werden müssen, und dieselbe Bezeichnung hätten vielleicht auch die nun roth punktirten Streifen im mittlern und obern Geschenenthal erhalten dürfen, obwohl die metamorphische Abstammung dieser granitartigen Gesteine für die meisten mit diesem Gebiet weniger bekannten Geologen noch zweifelhaft sein mag. Ich hätte jedoch vorgezogen, auch in Graubünden, wie es in den übrigen Alpen geschehen, die vielbesprochenen krystallinischen Schiefergesteine unter der bisherigen Farbe, y, zu belassen. [1])

c. Einlagerungen im Gneiss: Dunkelgrünes, feinkörniges, bisweilen auch etwas flaseriges Gemeng von stark vorherrschendem dunkelgrünem Glimmer und undeutlichem dichtem oder körnigem Feldspath, in faust- bis kopfgrossen unregelmässigen, von der umgebenden Gneissmasse scharf abgegrenzten, bald rundlichen, bald scharfeckigen Stücken, die gewöhnlich nach ihrer vorherrschenden Ausdehnung in der Richtung der Glimmer-

---

[1]) Dieses Frühjahr hatte ich, Dank der Zuvorkommenheit des Herrn Dr. Isidor Bachmann, Gelegenheit, die grossentheils durch Herrn Prof. Bernh. Studer zusammengebrachte reiche Sammlung alpiner krystallinischer Gesteine im Berner Museum zu besichtigen, worunter auch viele lehrreiche von Herrn Edmund von Fellenberg auf seinen Hochgebirgsexcursionen gesammelte Exemplare. Darunter fanden sich, sowohl aus den Berner, als aus den Graubündner und Walliser Alpen, zahlreiche Stücke krystallinischer Schiefer und Gneisse mit feinkörnigem Quarz, welche vollständig mit denjenigen aus den Urner Alpen stimmten. Auch reine, körnige Quarzitschiefer fehlten nicht.

flasern, seltener in einer dazu queren Stellung liegen. Diese dunkelgrünen Einlagerungen kommen äusserst häufig vor, namentlich im obern Geschenenthal, sowohl in den schieferigen als in den granitähnlichen Gneissen, und ihre Entstehung ist wirklich räthselhaft. An Ausscheidungen aus dem Gneiss ist nicht wohl zu denken. Der dunkelgrüne Glimmer stimmt ganz mit demjenigen des umgebenden Gneisses überein. Bekanntlich finden sich in unsern Sandsteinen nicht selten rundliche oder eckige Parthien von feinem dichtem Thon, sogenannte Thongallen, eingestreut, über deren Entstehung ich keine nähern Angaben zu machen vermag. Gerade der bunte Sandstein schliesst häufig solche Thongallen ein und wenn, wie ich annehmen muss, unsere Quarzitgneisse und Quarzitgranite aus Sandsteinen hervorgegangen sind, so liegt die Möglichkeit nahe, dass auch diese ehemals solche Thongallen einschlossen, deren Thonmasse gleich dem übrigen durch den Sandstein vertheilten oder in dünnen Zwischenschichten abgelagerten Thon bei der allgemeinen Metamorphose in Glimmer umgewandelt wurde. Der Habitus der ehemaligen Sandsteine und Schiefer erlitt durch die chemische Umwandlung keine Veränderung, die Structurverhältnisse blieben dieselben, aus Schiefern wurden wieder Schiefer, aus grobgeschichteten Sandsteinen giengen wieder mehr massige oder granitartige Gesteine hervor, wobei die ehemaligen thonigen Einschlüsse dieselbe Gestalt und Lage behielten. Freilich sind auch andere Hypothesen möglich, um die Herkunft dieser Eindringlinge zu erklären, ja man könnte für einzelne Fälle geradezu an Trümmer von Meteorsteinen denken, welche während der Ablagerung der ehemaligen Sandsteine in's Meer gefallen seien und dann später an der Metamorphose des Gesteines Theil genommen hätten. Vergeblich sucht man

sonst in frühern Ablagerungen nach Meteorsteinen; sollten nicht in ähnlichen Einschlüssen die Spuren derselben zu finden sein?

In unsern alpinen Graniten finden sich bekanntlich ähnliche dunkelgrüne, feinkörnige Einlagerungen häufig und zwar nicht bloss im Massiv des Finsteraarhorns. Es wurde aber bereits vorhin, und schon in den vorhergehenden Heften von mir wahrscheinlich gemacht, dass auch unter den grobkörnigen, scheinbar massigen Graniten vielleicht nicht wenige sedimentär-metamorphischen Ursprunges sein möchten. Selbst mehrere der von mir etwas näher angesehenen Granitstöcke im Maien- und Gornernthal, bei denen der graue Quarz in grössern, aber isolirten Körnern in der krystallinischen Feldspathmasse vertheilt ist, liessen vielleicht die Entstehung aus grobkörnigen, grobgeschichteten Sandsteinen, etwa ähnlich dem Quadersandstein der Kreideformation, zu, und andere ähnliche sind wenigstens zweifelhaften Ursprunges. Nicht wenige Geologen, und auch ich gehörte früher dazu, sind sogar geneigt, unseren sämmtlichen alpinen Graniten, auch den grobkörnigen, rein massigen, die keine Spur mehr von Parallelstructur zeigen, einen sedimentären Ursprung beizumessen und sie als die Schlussglieder einer vollendeten krystallinischen Umwandlung auf nassem Wege zu betrachten. Der Entscheid fällt in der That manchmal schwer. Meine Beobachtungen im Fellithal aber, wo massige, grobkörnige Granite mit Einschlüssen des Nebengesteines, eines grünen Gneisses, zwischen den steil aufgeschichteten Schiefern und Gneissen eingekeilt sind, haben indess die alte Annahme von der eruptiven Entstehung dieser alpinen Granite, die durch das Studium des Metamorphismus auch bei mir in's Wanken gerathen war, auf's Neue befestigt. Nun enthalten solche, auch von mir als eruptiv angenomme-

nen, massigen Granite der westlichen Reussthäler ähnliche, meistens dunkelgrüne, feiner körnige, scharfeckige Einschlüsse, die nicht wohl als Ausscheidungen, sondern als mitemporgerissene und eingehüllte Bruchstücke des Nebengesteins, ähnlich den Gneisstrümmern im Granit des Fellithales, zu betrachten sind. Doch gebe ich gerne zu, dass noch verschiedene andere Erklärungsweisen möglich sind, unter denen ich bloss diejenige gegeben, die mir die wahrscheinlichste dünkt. Durch den Austausch der Ansichten und Beobachtungen von verschiedenartigen Fällen werden wir der Lösung auch dieser schwierigen Frage allmählig näher rücken. Vorläufig dürfen wir so viel festhalten, dass die dunkelgrünen, feinkörnigen, scharfbegrenzten Einschlüsse in Graniten und Gneissen verschiedenartigen Ursprungs sein möchten.

Die gneiss- und granitartigen Gesteine der drei westlichen, in das Reussthal einmündenden Seitenthäler, die ich soeben beschrieben habe, scheinen lange nicht die Mannigfaltigkeit von Mineralien einzuschliessen, wie die östlichen Thäler. Adular und Albit scheinen selten deutlich krystallisirt vorzukommen. Selbst der Chlorit ist nicht häufig, nicht einmal als Gemengtheil der Schiefer und Gneisse. Dagegen kommt der Bergkrystall in den Klüften des Gneisses an unzähligen Orten, namentlich im Geschenenthal, zum Vorschein in vollendet schönen durchsichtigen, bald wasserhellen, bald bräunlichen Krystallen, den sogenannten Rauchtopasen, bisweilen von beträchtlicher Grösse. Die Formen sind sehr mannigfaltig; besonders reich sind die Trapezoederflächen ausgebildet. Wir sind hier in derselben Schieferzone, welche vor einigen Jahren die riesigen Krystalle am Tiefengletscher geliefert hat. Bemerkenswerth ist noch ein zollgrosser, zum Theil in Brauneisenstein umgewan-

delter Eisenkieswürfel, welcher Bröckchen eines grobkörnigen Granites einschliesst. Ich habe denselben von einem Hirten in der Geschenen-Alp gekauft. Auch in den Quarzitgneissen finden sich häufig Rauchtopase oder wie man sie wohl passender nennt, Rauchquarze, in hübschen Krystallen ausgeschieden, und man sieht auch hier, dass diess derselbe violetgraue Glasquarz ist, der aus den Spalten in die Masse des Quarzitgneisses fortsetzt wohin er ohne Zweifel durch Infiltration derselben kieselerdehaltigen Lösungen eingedrungen ist, die in den Klüften ihren Kieselgehalt als Bergkrystall ausgeschieden haben.

3. Schiefer, im engern Sinne, d. h. dünnblätterig geschichtete Thon- und Talkglimmerschiefer treten, nach meinen bisherigen Erfahrungen, in den drei westlichen Thälern lange nicht in der Ausdehnung und Mannigfaltigkeit auf, wie in den östlichen. Aechte, glatte, glänzende, graue Thonschiefer und ebenso grüne Schiefer habe ich wenige gesehen. Wahren Chloritschiefern oder Glimmerschiefern bin ich nirgends begegnet. Was ich sah, sind meistens unreine, grauliche, oft etwas knotige Schiefer von schwankendem Charakter, die man nirgends recht unterzubringen weiss und die sich theilweise den grobschieferigen Gneissen nähern.

Dagegen stiess ich mehrmals, namentlich im Maien- und Gornernthal, auf dünngeschichtete, weisse oder graue, dichte feinsplitterige Gesteine, ähnlich dem Süsswasserkiesel oder dem Hornstein, und ohne Zweifel den dünnschieferigen harten Felsitgesteinen entsprechend, die ich schon in meinen frühern Mittheilungen aus dem Maderaner- und Fellithal beschrieben und kurzweg Felsitschiefer genannt habe, einen Namen, den ich noch ferner beibehalten möchte. Die dichte, feinsplitterige, sehr harte, vor dem Löthrohr kaum in feinen Spitzen

anschmelzbare Masse dieser Schiefer gleicht in der That ganz der felsitischen Grundmasse mancher Quarzporphyre oder anderer dichter Felsitgesteine. Sobald es mir möglich sein wird, werde ich Dünnschliffe anfertigen, um diese felsitischen Gesteine einer nähern mikroskopischen Vergleichung zu unterziehen. Vielleicht sind unsere grauen, dichten Felsitschiefer nur durch einen Verkieselungsprozess zu Hornstein umgewandelte dünne schieferige Lagen eines ehemaligen dichten Kalksteines, ähnlich den Kieselschiefern der untern Steinkohlenformation, die gleichfalls als umgewandelte dichte Kalksteine betrachtet werden. Es finden sich auch hellgraue oder weisse Felsitschiefer vor, die dann aus hellen Kalksteinen hervorgegangen wären. Auch schieferige Mergel könnten eine solche Umwandlung erleiden. Kleine Feldspathkryställchen stellen sich hie und da in der dichten Masse ein. Es wären diese Felsitschiefer also eigentlich dichte Quarze mit einem kleinen Gehalt an Thonerde und andern Verunreinigungen, die sich schon in den Kalksteinen vorfanden. Die schwere Schmelzarbeit scheint auf eine nur geringe Beimengung von Feldspathpartikelchen zu deuten. Beim ersten Ansteigen aus dem Reussthal nach dem Fellithal begegnete ich einigen, nicht zolldicken, fast senkrecht einfallenden Bänkchen eines grauen feinen Felsitschiefers, und einen vollständig gleichen Schiefer fand ich, freilich nicht anstehend, im untern Gornernthal, der wahrscheinlich die unmittelbare Fortsetzung desjenigen vom Fellithal ist. Vielleicht können solche selten wiederkehrenden und daher leicht wieder erkennbaren Schichten eines eigenthümlichen Gesteines uns mit der Zeit als geognostischer Horizont in dem Chaos des ungeheuern Schichtenfächers dienen. Dass in diesen dichten Felsitgesteinen sich hie und da neben Orthoklaskryställchen einzelne runde Körner von grauem

Glasquarz einstellen und hiedurch sich gewissen Quarzporphyren nähern, habe ich schon früher nachgewiesen.

Die in Vorstehendem beschriebenen Granite, Gneisse und krystallinischen Schiefer bilden weitaus die vorherrschenden, ja fast ausschliesslich dominirenden Felsarten in den von mir diesen Sommer auf wenigen flüchtigen Touren durchwanderten drei westlichen Thälern. Wiederholte Begehungen, welche eine genauere Erforschung gestatten, werden ohne Zweifel noch manches Neue zu Tage fördern, werden aber wahrscheinlich an dem allgemeinen Eindruck, wie ich ihn wiederzugeben versucht habe, Nichts ändern. Im Allgemeinen ist die Uebereinstimmung mit den östlichen Thälern unverkennbar. Es bleiben uns jedoch noch aus diessjährigem Excursionsgebiet noch einige Felsarten zu betrachten, die zwar nur untergeordnet auftreten, jedoch nicht ohne Bedeutung sind. Es sind diess unter andern die Hornblendegesteine.

4. Diorite, bald gleichartige, ziemlich grobkörnige Gemenge von dunkelgrüner Hornblende mit dichtem splitterigem oder auch spaltbarem weissem Feldspath (Oligoklas), bald beide Bestandtheile in weissen und grünen, seltsam gewundenen Streifen geordnet, finden sich in allen drei Thälern, weniger im Geschenenthal, reichlich hingegen in den beiden andern Thälern, und zwar auf beiden Thalseiten, wie die zahlreich zerstreuten Trümmer und Blöcke lehren. Mein diessmaliger, vom Regen unterbrochener Aufenthalt war jedoch zu kurz, um dem anstehenden Gestein in den höhern Regionen nachgehen zu können. Die grossen Dioritblöcke des Gornernthales mit ihren gewundenen Zonen stimmen vollständig mit denen des Maderanerthales überein und können auch als derselben Zone angehörend betrachtet werden. Ausserdem finden wir noch im Gornerntha l

grosse Blöcke eines grobkrystallinischen reinen Hornblendegesteines, bei dem der Feldspath fehlt, ferner nicht minder grosse Blöcke einer dunkelgrünen weichern serpentinartigen Felsart, mit Einlagerungen eines glänzenden blättrigen diallagähnlichen Minerals, und Uebergängen in eigentlichen weichen Giltstein, der auch nicht weit vom Ausgang des Thales auf der linken Seite anstehen soll. Weiter oben im Thal trifft man solche Blöcke am rechten Abhang. Die Hornblende der Diorite ist auch in diesen Thälern, wie in den östlichen, theilweise in dunkelgrünen Glimmer umgewandelt. Wahrscheinlich haben die Diorite auch das Umwandlungsmaterial für die Giltsteine geliefert.

5. Mineralien aus der Zone der Hornblendegesteine wurden hie und da bemerkt. Aus der Umwandlung der Hornblende bald zu dunkelgrünem Glimmer, bald auch zu wirklichem Chlorit gehen bisweilen Gesteine hervor, die man Chloritgneisse nennen möchte. Sie sind vorherrschend grün, feinkörnig, in's Schieferige. Auf einem solchen Block im Hintergrund des Maienthales, bei der Grossalp, fand ich an der Oberfläche kleine, aber sehr deutlich farblose, durchsichtige Krystalle, die vollständig mit den kreuzförmigen Zwillingen des Harmotoms übereinstimmen, einem meines Wissens noch nicht aus unsern Alpen signalisirten Mineral. Eigentliche Chloritschiefer habe ich in den drei westlichen Thälern bisher noch nicht gesehen. Vielleicht werden noch solche zum Vorschein kommen, wie das im Osten der Fall ist. Ebenso werden sich vielleicht auch noch Syenite und wahre Serpentine vorfinden, die ja gewöhnliche Begleiter in der Zone der Hornblendegesteine sind.

Dagegen fand ich, freilich nur in Bruchstücken, einen schön hellgrünen, kurzstengeligen Strahlstein-

schiefer, ganz ähnlich demjenigen des Etzlithales, und ebenso im mittlern Maienthal ein ganz ähnliches kurzstengelig-blättriges Aggregat von lebhaftem Glanz, aber von hell olivengrüner Farbe und feiner Streifung, das nicht wenig an Bronzit oder an Diallag erinnert, aber etwas wasserhaltig und an Spitzen vor dem Löthrohr schmelzbar ist und mit Borax deutliche Chromreaction zeigt. Damit verbunden findet sich in unregelmässigen Ueberzügen ein schön grasgrünes, fast smaragdgrünes, feinschuppig-schieferiges, gleichfalls chromhaltiges Mineral, das ich, dem äussern Ansehen nach, nicht von Fuchsit unterscheiden könnte. Diese beiden auffallend schönen und seltenen Mineralien bedürfen noch der nähern Untersuchung. An Material fehlt es nicht. Krystalle von Adular, Albit und Chlorit scheinen, nach meinen bisherigen Erfahrungen, in diesem Revier seltener vorzukommen.

6. Quarzporphyr, von grauer, dichter, splitteriger Grundmasse mit deutlichen vereinzelten Körnern eines bräunlichgrauen Glasquarzes und kleinen weissen Orthoklaskryställchen, sehr ähnlich der grauen Porphyrvarietät von der Windgelle, habe ich in einem kleinen Block am Wege im mittlern Maienthal angetroffen. Sehr wahrscheinlich steht das Gestein irgendwo in den obern Regionen des Maienthales an. Wir hätten hiemit ein zweites Vorkommen des sonst so seltenen Porphyres in unsern Centralalpen.

Einen ähnlichen grauen Porphyr, aber mit zahlreichen Pünktchen eines schwärzlichgrünen, feinschuppigen Glimmers, fand ich als grossen Block am Ausgang des Gornernthales. Von diesen schwärzlichen Pünktchen abgesehen stimmt dieser Block so ziemlich mit dem andern Quarzporphyr und verdient auch denselben Namen.

Die Entstehung und Einlagerung dieser Porphyre, und so namentlich auch des Windgelleporphyres, bietet noch viel Räthselhaftes. Einerseits ist das Gestein von dem gewöhnlichen Quarzporphyr anderer Gebirge kaum zu unterscheiden und bildet bei Oberkäsern eine Trümmerhalde grosser massiger Felsblöcke. Andrerseits aber erscheint dort, am obern Abhang der Windgelle, der Porphyr wie eine den Kalksteinschichten parallel laufende Einlagerung, und finden sich im Maderanerthal dichte felsitische, aber deutlich geschichtete, oft schieferige Gesteine mit vereinzelten Quarzkörnern und Orthoklaskryställchen, welche durchaus als umgewandelte sedimentäre Ablagerungen zu betrachten sind. Ob nun die mehr massig auftretenden Porphyre der Windgelle anderer, also eruptiver Entstehung sind, wofür allerdings Manches spricht, müssen weitere Untersuchungen lehren. Halten wir einstweilen nur so viel fest, dass es in unserm Schiefergebiet deutlich geschichtete, felsitische, dem Quarzporphyr ähnliche Gesteine giebt, die ganz unzweifelhaft sedimentären Ursprunges sind. Ich möchte sie als silicificirte plattenförmige Kalksteine oder schieferige Kalkmergel betrachten.

7. K a l k s t e i n e, dichte, dunkelgraue, plattenförmige und schieferige, wechselnd mit einigen oolithischen Bänken, fand ich nur im Maienthal, hier aber in zwei mächtigen Einlagerungen mitten im krystallinischen Schiefergebiet, die eine, bereits vor mehrern Jahrzehnden erst von Lusser, dann von A. Escher v. d. Linth beschriebene Kalkmasse unweit Fernigen, die andere im Hintergrunde des Thales unweit der Grossalp, beide auf der rechten Thalseite liegend. Von dieser Letztern fand ich nur die mächtigen Schutthalden am untern Abhang. Ich hatte keine Zeit mehr, den in beträchtlicher Höhe liegenden Kalkstock an Ort und Stelle aufzusuchen. Der

Kalkstein kommt übrigens vollständig mit dem bei Fernigen überein. Der auf der Karte in der Nähe angegebene Name Kalchthal deutet wohl auch auf das Vorhandensein eines Kalkstockes. Dem Kalkstock von Fernigen sei der folgende Abschnitt gewidmet.

3. Die Kalksteinlagerung im Maienthal.

(Siehe die Skizze auf beifolgender Tafel.)

Gerne benützte ich die Gelegenheit, den untern, bei Fernigen liegenden Kalkstock wenigstens auf der westlichen Seite einer genauern Besichtigung zu unterwerfen und, woran mir besonders gelegen war, die Contactstellen zwischen Kalk und Gneiss zu verfolgen. Es gelang mir in der That, eine Anzahl von Belegstücken aus der Nähe dieser Contactlinie zu sammeln, die freilich hier lange nicht so schön aufgeschlossen und scharf abgegrenzt ist, wie diejenige, die ich vom Fuss der Windgelle bei Oberkäsern beschrieben habe. Die wichtigsten Angaben über die Kalkeinlagerung bei Fernigen hat bereits Hr. Prof. A. Escher v. d. Linth in Leonhards Jahrbuch, 1845, veröffentlicht, so dass ich nur Weniges noch dem bereits Mitgetheilten beizufügen habe. Ein folgender Besuch möchte noch manches Neue aufdecken. Mitten in der Untersuchung wurde ich vom Unwetter zurückgetrieben.

Bisher hatte ich mir diesen, den schweizerischen Geologen längst bekannten Kalkstock, ähnlich den Massen der Windgelle, als bloss lose auf der Oberfläche des Gneiss- und Schiefergebirges aufliegend gedacht, etwa ähnlich einem ungeheuern erratischen Block. Zu meiner Ueberraschung fand ich jedoch, dass ein grosser Theil der Kalkmasse mit steilem südöstlichem Schichtenfall und mehrfach wiederholter scharfer Zickzackbiegung zwischen die ebenso steil einfallenden Gneissmassen förmlich eingekeilt sei, und nur die westliche Fortsetzung

des Kalkstockes, mit wellenförmig gebogenen Schichten, sich dann mehr oder minder horizontal über die Köpfe der steilen Gneisstafeln hinüberlege. Ich habe an Ort und Stelle eine rohe Zeichnung entworfen, wie sich die Kalkeinlagerung von der Thalsohle aus betrachtet darstellt und gebe beiliegend eine Copie hievon. Vielleicht hätte man von höherm Standpunkte aus, an der jenseitigen Thalwand, ein anschaulicheres Bild erhalten. Die Hauptsache wird aber dieselbe bleiben. Die horizontale Erstreckung des Kalkstockes mag wohl einige tausend Fuss betragen, die vertikale scheint weniger bedeutend zu sein. Die Kalkschichten werden am untern Abhang durch eine mächtige Trümmerhalde verdeckt. Ueber derselben werden sie sichtbar, und erscheinen, wie bemerkt, steil aufgerichtet, und zwischen den zu beiden Seiten anliegenden Gneissmassen eingeklemmt.

Das vorherrschende Gestein ist der bereits beschriebene dunkelgraue, fast schwarze, dichte, plattenförmig geschichtete oder stellweise schieferige Kalkstein, dem einzelne Bänke eines compactoolitischen, eisenreichen, grauen oder durch Verwitterung braunen Kalksteines eingelagert sind, worin sich viele Belemniten, einige Ammoniten und andere, meistens schlecht erhaltene Versteinerungen befinden. Die Belemniten sind schlank cylindrisch, lang gestreckt, gewöhnlich in mehrere Stücke zerbrochen, deren Zwischenräume, wie häufig in den Alpen, durch ähnlich geformten weissen Kalkspath ausgefüllt sind, eine Erscheinung, die ohne Zweifel aus der starken Biegung und Streckung der Schichten hervorgegangen ist. Das Bruchstück einer Bivalve glich einem gerippten Pecten. Die einzelnen in die dichte, thonige Kalksteinmasse eingewachsenen Oolithkörner sind häufig herausgewittert, ihre Form ist länglich, eiförmig, 1—2 Millim. im Längsdurchmesser, und innen hohl. Sie be-

stehen, ganz wie bei Oberkäsern, aus einem dunkelgrünen, sehr feinschuppigen Glimmer, der wohl Chlorit sein möchte. Die schwärzlichen dichten Kalksteine scheinen wenig oder keine deutlichen Versteinerungen zu enthalten, dagegen findet man einzelne dunkelgraue Bänke, die beim ersten Anblick ganz wie Oolithe aussehen, deren 2—4 Millim. grosse rundliche Körnchen aber aus ebenso viel glatten und glänzenden Kalkspathindividuen bestehen, mit einem dunklen Punkt in der Mitte, und offenbar nichts anderes als kleine Encrinitenglieder sind. Ein längeres Nachsehen möchte aus diesen oolitischen Bänken vielleicht allerlei noch bestimmbare Versteinerungen ergeben. Leider unterbrach der Regen die Nachforschungen. Neben den Oolithen finden sich auch einzelne dünne Bänke eines eigenthümlichen grauen oder bräunlichen, thonigen Kalksteins voll undeutlicher, schaalig concentrischer, eiförmiger Mandeln, etwa 6—10 Millim. im Durchmesser, die sofort an ähnliche Gebilde aus den Kalkbänken von Oberkäsern erinnern. Wie bei Oberkäsern, so sind auch im Maienthal zwischen den oolithischen Kalksteinbänken einige 10—15 Centimeter dicke bankähnliche Lagergänge von ausgezeichnet gross-krystallinischem, eisenhaltigem, bräunlichem Kalkspath (Ankerit) eingeschaltet, der seinerseits wieder von unregelmässigen dicken Quarzadern durchzogen ist und auf Klüften deutliche Krystalle von farblosem Quarz (Bergkrystall) und tafelförmige Zwillinge von Albit führt.

Im Ganzen zeigt sich die grösste Analogie zwischen den Kalksteinen und Oolithen am Fuss der Windgelle bei Oberkäsern und denjenigen bei Fernigen im Maienthal. Auch die Versteinerungen, die von letzterm Ort viel zu wünschen lassen, möchten sich bei weiterer Vergleichung von bessern Exemplaren als übereinstimmend ergeben und demnach beide Contactstellen der untern

Abtheilung des braunen Jura den Murchisonæ- und Humphriesianusschichten (Etage Bajocien d'Orb.) angehören, also den untern Eisenrogenstein in unserm Juragebirg repräsentiren. Versteinerungen, welche auf den obern Eisenoolith (Etage callovien d'Orb.) deuten, habe ich weder an dem einen, noch an dem andern Ort gefunden. Doch kann noch allerlei zum Vorschein kommen.

Die eigentliche Contactlinie zwischen Gneiss und Kalk ist grösstentheils durch Schutt verdeckt, doch habe ich in ziemlicher Höhe, da wo die Kalkschichten aus ihrer vertikalen Stellung horizontal nach Westen umbiegen, einige Stellen gefunden, wo ich Schicht für Schicht, vom wahren Kalk bis zum eigentlichen Gneiss, sämmtliche Zwischenstufen anschlagen konnte. Es sind diess rauhe, gneissartige, glimmerreiche Gesteine, die wahre Uebergänge zwischen Gneiss und Kalk darbieten. Die einen brausen noch stark mit Säuren, die andern weniger; endlich stossen wir auf einen rauhen, grobknotigen, feldspathreichen Gneiss von weisslicher Farbe, der gar nicht mehr braust, dagegen noch viel Eisenocher in Zwischenräumen enthält. Wenden wir uns von der Contactlinie aus nach der Seite der Kalkbänke, so kommen Schichten zum Vorschein, die deutlich aus schieferigem, grauem, dichtem Kalkstein bestehen, jedoch mit zahlreichen papierdünnen parallelen Zwischenlagen eines feinschuppigen, bräunlichen oder weisslichen Glimmers, ähnlich wie bei den Contactschichten in Oberkäsern, wo indess die Grenzlinie zwischen Gneiss und Kalk viel schärfer gezogen ist. Immerhin beträgt auch bei Fernigen die Entfernung der wahren Kalkschichten von dem unzweifelhaften Gneiss nur wenige Fuss und bieten beide Lokalitäten auch in dieser Beziehung eine auffallende Aehnlichkeit. Vielleicht war auch bei Fernigen die Contactlinie früher schärfer und wurde im

Laufe der Zeit Glimmer- und Quarzsubstanz von Seite des Gneisses in die Kalkschichten, und umgekehrt kohlensaurer Kalk von diesen in den anstossenden Gneiss eingeführt, wodurch erst später die jetzt vorliegenden Zwischengebilde entstanden.

4. Hebungen und Spaltungen.

Werfen wir einen Blick auf die geologische Karte der Schweiz, so überzeugen wir uns leicht, dass die beiden Kalkstöcke im Maienthal, bei Fernigen und bei der Grossalp, so ziemlich im Streichen der so ähnlichen und wahrscheinlich gleichaltrigen Kalkbänke am Fuss der Windgelle liegen. Dagegen liegen unsere beiden Kalkstöcke bereits ziemlich weit von den mächtigen Kalkgebirgen der Titliskette und noch weiter von der Kalkeinlagerung im Ursernthal entfernt. Es lässt diess auf eine ganz gewaltige Zerreissung des wahrscheinlich ehemals geschlossenen Kalksteingewölbes zwischen Ursern und Engelberg und auf eine nicht minder bedeutende Emportreibung des dazwischen liegenden Gneissgebirges schliessen. Vielleicht werden mit der Zeit noch weitere Zwischenstücke dieses ungeheuren zersprengten Gewölbes gefunden, und gar Vieles mag wieder in Folge des grossartigen Verwitterungsprozesses längst fortgeführt worden sein. Die nächste Fortsetzung des Kalkgebirges gegen Süden kommt, laut der Karte, erst wieder im Bedrettothale zum Vorschein. Eine grossartige Verwerfung zwischen Gneiss- und Kalkgebirg finden wir im untern Reussthal zwischen Erstfeld und Amstäg, wo das Kalkgebirg der Windgelle viel weiter nach Süden vordringt, als auf der linken Thalseite bei Erstfeld. Diese Verwerfung spricht gleichfalls, neben anderweitigen Thatsachen, für die Annahme, dass das Reussthal nicht bloss eine einfache, durch Erosion entstandene Rinne, sondern eine wahre, aus der

Hebung der Alpen hervorgegangene Spalte ist. Dieses gilt wenigstens für den untern Theil bei Amstäg, sehr wahrscheinlich aber auch für den obern bis Andermatt, wo gleichfalls, wie ich an mehrern Stellen, so gerade oberhalb Geschenen constatiren konnte, die Schichten der linken Thalseite nicht denjenigen der rechten entsprechen. Die Spalte war also vorhanden. Die Erosion that dann das Weitere. Auch die meisten andern Thäler zu beiden Seiten des Reussthales, so das Felli- und Etzlithal auf der rechten, das Maien- und Gornernthal auf der linken Seite kann ich nur als ursprüngliche, durch Erosion erweiterte und vertiefte Spalten betrachten und selbst die dem Streichen der Schichten parallel laufenden Thäler, wie Maderaner- und Geschenenthal möchten aus ursprünglichen Spalten hervorgegangen sein. Die gewaltige Erhebung und Emportreibung der krystallinischen Centralmassen musste Spaltungen in verschiedenen Richtungen hervorbringen.

Je mehr ich mich in unsern Alpen umsehe, desto mehr verliert die Annahme einiger Geologen für mich an Wahrscheinlichkeit, die Annahme, dass die Alpen eigentlich nicht das Resultat einer Hebung, sondern nur durch Einsenkung der sie zu beiden Seiten umgebenden Festlandsmassen entstanden seien. Lokale Senkungen und Einstürze fanden sicher im langen Laufe der Zeit öfters statt und werden sich noch fernerhin wiederholen. Aber diesen Senkungen gieng eine grosse Hebung voran, die vielleicht Jahrtausende dauerte und nach längern Unterbrechungen wieder fortsetzte. Gerade die gewaltige Aufrichtung des Kalkgebirges am Nordfuss des Finsteraarhorn-Massivs und die C-förmige Rückbiegung der Schichten in Folge der heraufdrängenden Gneissmassen, wie wir sie im Berner Oberland sehen, ebenso die vielfältige wellenförmige und zickzackartige

Umbiegung der Kalkschichten spricht für eine gewaltsame Emporhebung des krystallinischen Centralgebirges. Einen weitern Beweis haben wir so eben in der gewaltsamen Zerreissung des Kalksteingewölbes zwischen Engelberg und Ursern, zwischen Ursern und Bedretto erkannt. Die Einkeilung der Kalkschichten im Maienthal deutet sogar darauf, dass das Gewölbe der Titliskette nur bis in das Maienthal hinunterreichte, hier umbog zu einer Mulde, die später zu der oben beschriebenen Kalkeinlagerung mit zickzackförmig gebogenen Schichten zusammengepresst wurde und dann südwärts weiter nach dem Ursernthal hinüber fortsetzte. Spuren einer zweiten dazwischen liegenden Einsattelung im Geschenenthal sind meines Wissens bis jetzt nicht gefunden worden. Es wäre aber seltsam, wenn sich nicht noch zerstreute Trümmer dieser zersprengten Kalksteingewölbe vorfinden sollten, so viel auch durch die Gewässer bereits fortgeführt sein mag. Geologen und Alpenclubisten mögen solchen nachspüren.

5. Verwitterung und Erosion.

Wir sehen im Maien- und Geschenenthal, wie im Reussthal Stellen, wo sich die schäumende Reuss als Wasserfall zwischen einer engen Spalte des massigen granitartigen Gesteines hindurchzwängt, das in der Spalte selbst mehrmals wiederholte scharfeckige, zackige Vor- und Einsprünge bildet, ein Zustand, der viel eher auf Spaltung, als auf Erosion schliessen lässt, sonst würde die Rinne oder Furche in gerader Richtung thalabwärts laufen.

Ebenso sieht man Stellen, wo der wilde Strom mit starkem Geräusch und Blöcke rollend über eine hohe Schwelle hinunter stürzt, ohne irgendwie eine erhebliche Vertiefung oder Einschnitt hervorgebracht zu haben.

Das Bachbett besteht an solchen Stellen selbst wieder aus einem Haufwerk feststehender grösserer Blöcke, die wohl nur durch ein ausserordentliches Naturereigniss, wie durch den Durchbruch eines Sees, von ihrer Stelle gerückt werden. Auch da, wo die rollenden Gesteinstrümmer über eine glatte Felswand getrieben werden, findet eine Abreibung nur äusserst langsam statt. Das harte und zähe quarzreiche massige Granitgestein widersteht mit grosser Hartnäckigkeit, und man sieht häufig an solchen Stellen statt einer tiefen engen Spalte nur eine leichte Einbiegung des aus massivem Fels bestehenden Strombettes. Die sägende, einschneidende Wirkung des Wassers ist demnach, selbst bei wilden Gletscherbächen, eine äusserst geringe, und wohl nur in seltenen Fällen, wo viele günstige Umstände der Abreibung an einer und derselben Stelle zusammentreffen, wird man schon nach wenigen Jahren die sägende Wirkung des fliessenden Wassers an dem harten Granit wahrnehmen. In der Regel wird sie sich erst nach Jahrhunderten recht fühlbar machen. Viel schneller macht sich natürlich die Wirkung rasch fliessender, stromartig angeschwollener Gewässer in den weichen thonigen und sandigen Ablagerungen und in den lockern Geröllschichten bemerkbar. Solche fehlen aber in unsern Centralalpen.

In der langsam abreibenden Wirkung der Waldbäche an dem harten glatten Granit und Gneiss unserer Centralalpen kann ich hiemit nur einen untergeordneten Factor der allgemeinen grossartigen Erosion erkennen. Einen weit mächtigern Factor erblicke ich in der langsamen, fast unmerklichen Zerklüftung, Lockerung und Verwitterung der Gesteine an der Oberfläche durch die Atmosphärilien, in der Auswaschung der vorhandenen kleinen Spalten durch Regen und schmelzenden Schnee

und namentlich in der Lockerung des massiven Gesteines durch das Gefrieren des in die Spalten eingedrungenen Wassers. Die chemische Zersetzung und Auflösung der sonst so harten und zähen Granite durch die Atmosphärilien, insbesondere durch die Kohlensäure haltigen Gewässer, bringt sicher viel grössere Wirkungen hervor, als die sonst mehr in die Augen fallende mechanische Abreibung. Die zerklüfteten und mürben Gesteinsmassen stürzen namentlich bei Thauwetter im Frühjahr von den obern Thalgehängen hinunter in den Thalbach, stauen das Wasser auf und werden von den angeschwollenen Gebirgsbächen thalabwärts geschwemmt und bei wiederholten Ueberschwemmungen, sich fortwährend zermalmend und abrollend, in die Niederungen geführt.

Résumé.

Aus den vorstehenden Beobachtungen über die westlichen Urner Alpen ergeben sich wesentlich dieselben Resultate, wie diejenigen, die ich in den vorhergehenden Heften über die östliche Gebirgsgruppe und namentlich im letzten Hefte über die Umgebungen des Crispalt zusammengefasst habe. Beide östlich und westlich vom Reussthal gelegenen Gebirgstheile gehören Einem und demselben Schichtenfächer, nämlich dem Centralmassiv des Finsteraarhorns an. Es kann daher auf das letzte, die Crispaltkette betreffende Résumé verwiesen werden und bleiben bloss einige Hauptpunkte hervorzuheben, welche zur Bestätigung und Ergänzung des bereits Mitgetheilten dienen können.

1. Wie im Osten, so besteht auch im Westen des Reussthales das Gebirge vorherrschend aus krystallinischen Schiefern und gneissartigen metamorphischen Gesteinen mit einem steilen, der allgemeinen Stellung des

Schichtenfächers des Finsteraarhorn-Massivs entsprechenden, südöstlichen Schichtenfall von 80—90°.

2. Ausser dieser wahren Schichtung sind noch mehrere annähernd vertikale und horizontale Kluftrichtungen zu erkennen.

3. Zwischen den Schiefern und Gneissen sind einzelne Stöcke eines massigen, wahrscheinlich eruptiven Granites eingeschaltet, der vorwiegend horizontale und mehr untergeordnet und unregelmässig auch vertikale Zerklüftung zeigt.

4. Unter den schieferigen und gneissartigen Gesteinen herrschen solche mit feinkörnigem Quarze vor, welche aus der chemisch-krystallinischen Umwandlung ehemaliger sedimentärer Sandsteine und sandiger Mergelschiefer hervorgegangen sind, wobei der massige oder schieferige Habitus dieser letztern wenig verändert wurde.

5. Auch bei den Graniten und Syeniten haben einzelne Bestandtheile spätere Umwandlungen erlitten. So wurde häufig die Hornblende in dunkelgrünen feinschuppigen Glimmer oder in Chlorit umgewandelt.

6. Die dunkelgrünen, feinkörnigen und scharfbegrenzten Einlagerungen in Graniten und gneissartigen Gesteinen sind keine chemischen Ausscheidungen aus der umgebenden Masse des Gesteins, sondern eingehüllte Bruchstücke der benachbarten Felsmassen oder die Thongallen ehemaliger Sandsteine, welche an der krystallinischen Umwandlung mit Theil genommen haben.

7. Untergeordnet treten sowohl im Geschenen-, als im Maien- und Gornernthal Diorite und andere Hornblendegesteine, in den beiden Letztern auch Blöcke von grauem Quarzporphyr und von Giltstein auf.

8. Zwischen den steil aufgerichteten Gneissmassen des Maienthales findet sich bei Fernigen ein mächtiger Stock von Jurakalk mit zickzackförmig gebogenen

Schichten eingeklemmt, dessen Gesteine und Petrefacten grosse Aehnlichkeit mit denjenigen bei Oberkäsern am Fuss der Windgelle haben. Ein zweiter Kalkstock findet sich weiter oben in demselben Thal, bei der Grossalp.

9. Zwischen dem Gneiss und dem Kalkstein finden sich einige Schichten von Uebergangsgesteinen, welche aus kalkreichem Gneiss und glimmerhaltigem Kalkstein bestehen.

10. Die Seitenthäler der östlichen und der westlichen Gebirgsgruppe, sowie das Hauptthal der Reuss selbst, sind nicht reine Erosionsthäler, sondern waren ursprünglich Spalten oder Einsenkungen, die später durch Erosion vertieft und erweitert worden sind.

11. Das Hauptagens der Erosion ist nicht die mechanische Abreibung der Gesteine in den Flussbetten, auch nicht die Reibung der ehemaligen und jetzigen Gletscher, sondern die Zerklüftung und Verwitterung des Gesteines an den Thalwänden durch die atmosphärischen Agenzien.

12. In der östlichen Gebirgsgruppe herrschen die schieferigen, in der westlichen die mehr massigen und gneissartigen Gesteine, deren chemisch-krystallinische Umbildung weiter vorgeschritten ist, vor.

Ueber die Kreidebildungen in den vorderen Alpenketten an beiden Seiten des Genfer See's

von

V. Gilliéron.

(Sitzung vom 2. März 1870.)

Diese Arbeit ist schon in den Archives des sciences de la Bibliothèque universelle, juillet 1870, französisch erschienen. Darum folgen hier nur einige Angaben über den Inhalt.

1) Von den Umgebungen des Stockhorn, wo sie schon seit den Untersuchungen von C. Brunner und Studer bekannt sind, erstrecken sich in grosser Mächtigkeit Kreideschichten bis in die nördlichen Berge des Chablais, jenseits der Rhone.

2) In einer und derselben Kette, von der Aare bis in das Chablais hinein, bleiben die Charaktere der Kreide- und Jurabildungen unverändert. Wenn man dagegen eine Profil-Reise durch die drei Hauptketten ausführt, so sieht man jede Schichten-Abtheilung mit namhaften Unterschieden auftreten.

3) Die Gliederung der Kreide ist nicht so mannigfaltig, wie in anderen Theilen der Alpen. Man kann vorerst nur zwei Stufen unterscheiden: alpines Neocom und eine obere Abtheilung, die auch die bekannten rothen Kalkschiefer von Wimmis umfasst.

4) Das alpine Neocom ist nur in den Stockhorn-, Berra- und Boury-Ketten vorhanden, das heisst am äus-

seren Rande des untersuchten Gebietes; die obere Kreide dagegen tritt in allen Ketten auf.

5) Nur in der Berra-Kette finden sich Einlagerungen mit einer dem alpinen Neocom fremden Fauna.

6) Der Flysch scheint fast überall unmittelbar auf die obere Kreide zu folgen; Nummuliten wurden nur in der Berra-Kette gefunden.

ANATOMIE.

Ueber den Bau des Eies einiger Salmoniden

von

Prof. W. His.

(Vorgetragen den 7. December 1870.)

Die aus der Bauchhöhle des Lachses entleerten reifen Eier sind von gelbröthlicher Farbe, stark durchscheinend und von circa 6 Millim. Durchmesser. Sie sind innerhalb der Bauchhöhe in einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit suspendirt, und ihre Kapsel ist zu der Zeit schlaff. Im Wasser quellen sie auf, werden etwas minder durchscheinend und prall gespannt. Ihre Gewichtszunahme beträgt hiebei etwas über 10 %. An jedem Ei sind zu unterscheiden:

die Eikapsel,

der Keim oder Hauptdotter,

die Rindenschicht nebst Dotterflüssigkeit, zusammen den Nebendotter bildend.

Hiezu kommt noch die nach dem Aufenthalt im Wasser zwischen Kapsel und Rindenschicht sich ansammelnde intracapsuläre Flüssigkeit.

Die Eikapsel, 33—35 μ dick, ist beiderseits glatt, am Durchschnitte zeigt sie die bekannte radiäre Streifung. Die Mikropyle besteht aus einem engen cylin-

drischen Kanal von 3—4 μ Durchmesser, dessen Zugang durch eine flache Grube bezeichnet wird, während die innere Oeffnung von einem kurzen conischen Vorsprung umgeben ist.

Bei der Forelle ist die Kapsel etwas dicker als beim Lachs (45 μ und darüber), die Grube des Mikropylenzuganges schärfer ausgesprochen, der Kanal in seinem äussern Theil etwas weiter (8 μ) als im innern ($3^1/_2$—4 μ).

Die Lachsspermatozoen haben einen etwas abgeplatteten, glockenförmig gestalteten Kopf von 4—$4^1/_2$ μ Länge und $3^1/_2$—4 μ grösster Breite. Diese letztere ist somit gleich oder etwas grösser, als der Durchmesser des Mikropylenkanales, und für die Theorie der Befruchtung ist daraus der wichtige Satz zu entnehmen, dass in keinem Fall mehr als ein Faden auf's Mal den Kanal zu durchsetzen vermag.

Die Lage der Mikropyle vor dem Austritt der Eier in's Wasser ist über dem Keim. Nach einigem Aufenthalt im Wasser wird die Regelmässigkeit dieser gegenseitigen Lagerung gestört, die Dotterkugel nebst Keim zeigt im Innern des Eies freie Beweglichkeit, und kann jetzt alle möglichen Stellungen zur Mikropyle annehmen.

Der Keim ist eine flache, der Rindenschicht aufliegende und ihr ziemlich fest anhaftende Protoplasmascheibe von circa 2 Mm. Durchmesser. Vor dem Eintritt des Eies in's Wasser sehr durchscheinend, erscheint er später als weisslicher Fleck. Unter dem Mikroskop unterscheidet man an ihm die, durch Körner verschiedenen Kalibers trübe Innensubstanz und eine hyaline Aussenlage, die, wie es scheint, noch durch eine Verdichtungsschicht eingefasst ist. Nach Einbruch der letztern ergiesst sich das Protoplasma durch die Oeffnung und zieht sich in lange, zum Theil äusserst feine und durch ihren hohen Zähigkeitsgrad ausgezeichnete Fäden aus.

Die Rindenschicht charakterisirt sich für's Erste durch die zahlreich in ihr vorhandenen gelblich-rothen Tropfen. Diese sind in der ganzen Rinde vertheilt, liegen aber am zahlreichsten in der Umgebung des Keimes. Bei jeder Drehung des zuvor im Wasser gewesenen Eies dreht sich die gesammte Rindenschicht mit dem Keim, und zwar so, dass der Keim in die obere Hälfte des Eies rückt; sämmtliche farbige Kugeln verändern dabei ihren Ort. Die rothen Kugeln liegen in einer dünnen Schicht körnigen Protoplasma's eingebettet. Wird das Ei angestochen, so tritt die Rindenschicht in Fetzen hervor; jeder farbige Tropfen ist von einer dünnen Hülle umgeben, welche ausser dem Tropfen auch noch einen oder mehrere kernartige Körper umschliesst. Bald früher, bald später platzt die Hülle und der Tropfen dehnt sich nun, wie mit einem Ruck, auf das 2—3fache seines ursprünglichen Durchmessers aus. Diess Aufquellen der rothen Tropfen im Wasser, oder in wässeriger Flüssigkeit, lässt gewissen Bedenken an deren allgemein angenommener Fettnatur Raum. Die Tropfen sind zwar stark lichtbrechend, sie schwimmen auf Wasser, sie lösen sich leicht in Aether, aber doch kennt man kein Fett, das im Wasser zu quellen vermöchte. Weitere Untersuchungen werden zeigen, ob wir es etwa mit einem Lecithinartigen Körper zu thun haben. Die kernartigen Körper, von welchen oben die Rede war, finden sich nicht nur in derselben Hülle mit den farbigen Tropfen eingeschlossen, sie liegen auch in grossen Mengen im gesammten Rindenprotoplasma zerstreut. Sie haben 8—20 μ Durchmesser, bestehen aus einer weichen, durch Druck leicht ihre Form ändernden Substanz, durch Jod und durch Carmin färben sie sich in vielen Fällen sehr intensiv, in andern Fällen nehmen sie keine oder nur schwache Färbung an. Durch warmen Alkohol und durch Aether

werden sie nicht gelöst, ebenso widerstehen sie der Verdauung. Die mit Aether und kochendem Alkohol, sowie mit Verdauungssaft behandelten Kerne färben sich alle intensiv durch Jod und durch Carmin.

Die Dotterflüssigkeit ist klar, nur schwach gefärbt, klebrig und stark lichtbrechend. Wasser trübt sie sofort auf das intensivste, indem es in ihr die Ausscheidung weicher, stark lichtbrechender und netzartig zusammenhängender Substanzfäden veranlasst. Diese Trübung durch Wasser erfolgt schon bei Zusatz sehr geringer Mengen zum Eiinhalt. Das auffallende Factum, dass die im Wasser sich entwickelnden Eier trotz der hohen Empfindlichkeit gegen Wasser normaler Weise doch klar bleiben, erklärt sich durch den schützenden Einfluss der Rindenschicht. So lange die Rindenschicht intact ist, bleibt die Dotterflüssigkeit ungetrübt, wird sie aber verletzt, sei es durch Stoss oder durch beginnende Eintrocknung, oder durch Pilzinvasionen u. s. w., so presst sie ihren Inhalt grossentheils aus, zieht sich auf ein kleines Volum zusammen, und die ausgepresste Flüssigkeit wird weiss.

Das Forellenei unterscheidet sich vom Lachsei durch etwas geringere Grösse (4—5½ Mm. Durchmesser). Die Färbung seiner Rindentropfen ist hellgelb ohne Stich in's röthliche. Die Kapsel ist etwas dicker als beim Lachsei. Keim, Rinde und Dotterflüssigkeit verhalten sich dagegen im Wesentlichen übereinstimmend, wie beim Lachs.

Die Aescheneier messen nach dem Eintritte in's Wasser 4,2 Mm. Durchmesser und zwar findet sich zwischen Kapsel und Rinde eine Wasserschicht von 0,3 bis 0,6 Mm. Die Kapsel ist dünn, der Keim zeichnet sich aus durch intensive Färbung (citrongelb, orange, selbst mennigroth), die Tropfen der Rindenschicht stehen in der

Färbung zwischen denen der Forelle und des Lachs, die Dotterkugel zeigt sehr ausgeprägte Rotation. Jeder Punkt ihrer Oberfläche beschreibt kreisförmige oder elliptische Bahnen von $^2/_3$—$^4/_3$ Mm. Durchmesser und braucht (2—3 Tage nach der Befruchtung) zur Durchmessung einer solchen Bahn 3—4 Minuten. Mit der Dotterrotation Hand in Hand gehen Contractionen der Dotterrinde, vermöge deren die Gestalt der im Ei schwimmenden Kugel andauernd wechselt, bald kugelig, bald keulen- oder bohnenförmig wird.

Rotationen sind schon seit geraumer Zeit am Hechtei bekannt, an dem sie, wie ich finde, ebenfalls mit Contractionen der Dotterrinde zusammenfallen. Auch am Forellenei vermochte ich Rotationen zu constatiren, nicht aber bis jetzt an dem des Lachs.

Der Vortrag über die Entwicklung der menschlichen Gehirnhemisphären vom 9. November 1870 und derjenige über die Theorien der Generation vom 12. Januar 1871 werden anderweitig publicirt werden.

CHEMIE.

I.

Ueber eine schnell ausführbare und genaue Methode der Bestimmung der Salpetersäure, und über deren Menge in den verschiedenen Wasserquellen Basels

von

Prof. Friedrich Goppelsrœder.

In meiner 1867 in diesen Verhandlungen niedergelegten Arbeit über die chemische Beschaffenheit von Basel's Grund-, Bach-, Fluss- und Quellwasser habe ich hauptsächlich die für die Hygiene wichtigen Punkte ins Auge gefasst, indem ich versprach, sobald als möglich in ausführlicher Weise über die Mengen einzelner Mineralbestandtheile der verschiedenen Wasser zu berichten. In erster Linie interessirte mich die Menge der Salpetersäure, zu deren Bestimmung ich jedoch vorerst nach einer möglichst praktischen, schnell ausführbaren und dennoch genauen Methode suchen musste. Damals fühlte ich selbst am besten die Lücke in meiner Arbeit, welche dadurch entstund, dass mir keine praktische genaue Methode zur quantitativen Bestimmung der Salpetersäure in den Wassern zur Disposition stund. Zu dieser Bestimmung im Regen- und Schneewasser, in den Bach-, Fluss-, Sod- oder Quellwassern sind die verschieden-

artigsten Methoden vorgeschlagen worden, welche alle in zwei Kategorieen untergebracht werden können. Die einen gehören in das Gebiet der Gewichts-, die anderen in dasjenige der Maassanalyse. Seit etwa 20 Jahren sind eine Reihe von Bestimmungsmethoden in den verschiedenen Zeitschriften erschienen. Sie haben nicht alle gleich grossen practischen Werth, denn bei einer Statistik des Wassers, des öconomisch oder industriell verwendeten Quell- oder Flusswassers, sowie der atmosphärischen Niederschläge handelt es sich um zahlreiche Bestimmungen, für welche diejenige Methode ausgesucht werden muss, welche mit grosser Genauigkeit auch möglichst grosse Einfachheit, schnelle Ausführbarkeit vereiniget. Seither ist es mir gelungen, diese Lücke auszufüllen, indem ich einer von Herrn Professor Marx in Stuttgart angegebenen Methode durch eine einfache Abänderung in der Reihenfolge der mit einander zu mischenden Stoffe die nöthige Genauigkeit beibrachte. Ich habe darüber auch in unserer Gesellschaft am 27. October anno 1869 Mittheilung gemacht. Es findet sich im IV. Hefte des 7. Jahrganges der Fresenius'schen Zeitschrift für analytische Chemie S. 412 die Arbeit von Prof. Dr. Marx über die Bestimmung der Salpetersäure in Brunnenwassern vor. Marx versetzt in einem etwa ¼ Liter fassenden Kochkölbchen 50 cc. des zu untersuchenden Wassers mit 100 cc. concentrirter reiner Schwefelsäure, welche langsam unter Bewegung des Kölbchens zugesetzt wird, wobei der Inhalt sich auf etwa 120 ° Celsius erhitzt. Dann wird unter Bewegung des Kölbchens aus einer Bürette eine mit Wasser sehr verdünnte Lösung von Indigoschwefelsäure zugegossen. Bei Anwesenheit von Nitraten wird diese sofort zersetzt und die Flüssigkeit gelb. Beim ersten Tropfen zuviel zugesetzter Indigolösung erscheint die Flüssigkeit grün,

welches Ende der Reaction sich bei einiger Uebung genau feststellen lässt. Die Indigolösung ist mit Hülfe einer Lösung chemisch reinen salpetersauren Kali's empirisch titrirt worden, d. h., man weiss, dass 1 Cubikcentimeter Indigolösung so und so vielen Bruchtheilen von Grammen salpetersauren Kali's, resp. Salpetersäure (N^2O^5) entspricht. Man kann daher aus der verbrauchten Menge von Cubikcentimetern der Indigolösung die Menge der Salpetersäure (N^2O^5), z. B. in 1 Liter des untersuchten Wassers berechnen.

Wie schon Marx hervorhebt, darf das Wasser nicht auch andere leicht oxydirbare Stoffe enthalten, weil diese durch die bei Einwirkung der Schwefelsäure auf die Nitrate frei werdende Salpetersäure oxydirt würden, somit weniger Indigolösung zerstört würde. Dieser Uebelstand ist da namentlich zu befürchten, wo das Wasser in solchem Maasse verunreinigt ist, dass sich die Verunreinigung schon den Sinnesorganen zu erkennen gibt. Die Titration muss rasch ausgeführt und es muss dabei umgeschüttelt werden. Die Temperatur darf nicht unter 100° Celsius sinken. Gegenwart von Chloriden beeinflusst nicht das Resultat. Im Uebrigen verweise ich auf die Arbeit selbst.

Mit dieser, hinsichtlich der leichten Ausführbarkeit, sehr praktischen Methode habe ich keine genügend genauen Resultate erhalten können, wohl aber ist es mir gelungen durch eine Abänderung dieselbe sehr genau zu machen, wie die nun folgenden Resultate beweisen werden.

Zur Titerstellung der Indigoschwefelsäurelösung wurden 2,0258 Gr. chemisch reines salpetersaures Kali in 2 Litern destillirten Wassers gelöst, so dass 1 Cubikcentim. der Lösung 0,001013 Gr. salpetersauren Kali's [KNO^3], also 0,000541 Grammen Salpetersäure (N^2O^5) entspricht.

Anderseits wurde eine verdünnte Indigoschwefelsäurelösung nach gewohnter Weise bereitet und filtrirt. Hierauf wurde die Salpeterlösung ganz nach Marx's Vorschlag titrirt und dabei die folgenden Resultate erhalten.

Versuch-Nro.	Angewandte Menge Cubikcentimeter der Salpeterlösung:	Darin enthaltene Menge der Salpetersäure (N^2O^5) in Grammen:	Zur Titration derselben wurden verbraucht Cubikcentimeter Indigolösung:	2000 Cubikcent. Salpeterlösung würden erfordert haben Cubikcentim. Indigolösung:	1 Cubikcentim. Indigolösung entspricht danach folgender Menge Salpetersäure (N^2O^5) in Grammen ausgedrückt:
	CC.	Gr.	CC.	CC.	Gr.
1	6	0.00324	13	4333	0.000467
2	8.5	0.0046	18.5	4353	0.000465
3	13.5	0.0073	28.3	4192	0.000483
4	7.5	0.0040	16.3	4346	0.000466
5	3	0.00162	6.7	4466	0.000453
6	10.5	0.0057	21.4	4076	0.000497
7	5.2	0.0028	11.3	4346	0 000466
8	9	0.0049	18.3	4066	0.000498
9	13.5	0.0073	28.3	4192	0 000483
10	11.2	0.0060	24.5	4375	0.000463
11	14.3	0.0077	29.5	4126	0.000490
12	6	0.00324	12.5	4166	0 000486

Weit mehr Genauigkeit und Uebereinstimmung der Resultate erzielte ich durch folgende Abänderung der Methode :

Zuerst wurde ein vorläufiger Versuch nach Marx's Methode angestellt. Alsdann wurde eine gleich grosse Menge der Salpeterlösung zuerst mit der beim Vorversuche gefundenen Menge Cubikcentimeter

Indigolösung versetzt, und hierauf erst wurde unter Umschütteln die Schwefelsäure zugefügt. Gegen Ende des Zusatzes der nöthigen Menge der Säure entfärbte sich die Indigolösung in's gelbe, ein Beweis, dass nach dem von Marx vorgeschlagenen Operationsgange zu wenig Indigolösung verbraucht wird. Jetzt wurde mit Indigolösung bis zur grünen Färbung nachtitrirt. Bei Anwendung der auf solche Weise verbesserten Methode wurden die auf nachfolgender Tabelle verzeichneten Resultate erhalten.

	Cubikcentimeter Salpeterlösung:	Cubikcentimeter Indigolösung:	Cubikcentimeter Schwefelsäure:	1000 Cubikcent. Indigolösung entsprechen Cubikcentimeter Salpeterlösung:	1 Cubikcentimeter Indigolösung entspricht Grammen	
					Salpeter (KNO^3)	Salpetersäure (N^2O^5)
Vor-Versuch	CC. 20	CC. 36	CC. 50	CC. 555.5	Gr. 0.000563	Gr. —
Versuch						
1	20	39	50	512.8	0.000519	0.000277
2	20	39	50	512.8	0.000519	0.000277
3	20	39	50	512.8	0.000519	0.000277
4	30	58.5	75	512.8	0.000519	0.000277
5	30	58.3	75	514.5	0.0005212	0.000278
6	40	77.8	100	514.1	0.0005208	0.000278
7	50	97.5	100	512.8	0.0005194	0.000277
8	25	49.2	50	508.1	0.0005147	0.000275
9	25	49	50	510.2	0.0005168	0.000276
10	15	29.5	50	508.4	0.0005150	0.000275

Im Mittel aus den 10 Versuchen entspricht 1 Cubikcentimeter Indigolösung 0.0002767 Grammen N^2O^5.

Es folgen nun die Versuche mit verschiedenen Wassern Basels.

1) Oeffentlicher Brunnen an der Binningerstrasse, laufendes Quellwasser (aber verunreinigt).

	a. Cubikcentimeter Wasser.	b. Cubikcentimeter Indigolösung.	c. Cubikcentimeter Schwefelsäure.	d. 1000 CC. Wasser würden brauchen Cubikcentimeter Indigolösung.
Vorversuch	50	6.5	100	130
Versuch 1	50	9	100	180
2	100	17.8	200	178
3	50	9	100	180

2) Grellinger Wasser, laufendes Quellwasser.

Vorversuch	50	1	100	20
Versuch 1	50	3	100	60
2	50	3	100	60
3	100	6	200	60

3) Sodwasser Binningerstrasse Nr. 19.

Vorversuch	50	16.5	100	330
Versuch 1	50	19.5	100	390
2	50	19.5	100	390

4) Goldquelle, Steinenvorstadt, Grundwasser.

Vorversuch	50	8	100	160
Versuch 1	50	10	100	200
2	50	10	100	200
3	50	10	100	200
4	100	19.8	200	198
5	100	20	100	200
6	200	39.7	200	198.5
7	200	39.7	200	198.5

5) Lochbrunnen beim Stadthause, Grundwasser.

		a. Cubikcentimeter Wasser.	b. Cubikcentimeter Indigolösung.	c. Cubikcentimeter Schwefelsäure.	d. 1000 CC. Wasser würden brauchen Cubikcentimeter Indigolösung.
Vorversuch		50	19	100	380
Versuch	1	100	43.5	200	435
	2	100	43.3	100	433
	3	100	43.5	100	435

6) Lochbrunnen am Gerberberg, Grundwasser.

Vorversuch		50	20	100	400
Versuch	1	100	45	200	450
	2	100	45	200	450
	3	50	22.4	100	448

7) St. Albanlochbrunnen, Grundwasser.

Vorversuch		50	8.5	100	170
Versuch	1	100	19.8	200	198
	2	100	19.8	100	198

8) Oeffentlicher Sod Steinenthorstrasse, Grundwasser.

Vorversuch		100	22 5	100	225
Versuch	1	100	27.5	200	275
	2	100	27.5	100	275
	3	100	27.6	100	276
	4	100	27.5	100	275

9) Rheinwasser bei der oberen Fähre.

Vorversuch		100	3.5	100	35
Versuch	1	100	4.7	100	47
	2	100	4.8	100	48
	3	100	4.7	100	47

10) Rheinwasser bei der unteren Fähre.

	a. Cubikcentimeter Wasser.	b. Cubikcentimeter Indigolösung.	c. Cubikcentimeter Schwefelsäure.	d. 1000 CC. Wasser würden brauchen Cubikcentimeter Indigolösung.
Vorversuch	100	4	100	40
Versuch 1	100	5.3	100	53
2	100	5.4	200	54
3	100	5.4	100	54
4	100	5.5	100	55
5	100	5.5	100	55

11) Oeffentlicher Sod St. Johannvorstadt, Grundwasser.

Vorversuch	100	24.7	100	247
Versuch 1	100	27.7	100	277
2	100	27.7	100	277
3	100	27.8	100	278
4	100	27.7	100	277

12) Lochbrunnen Sattelgasse, Grundwasser.

Vorversuch	100	36.5	100	365
Versuch 1	100	42.3	100	423
2	100	42.3	100	423
3	100	42.3	100	423

13) Barfüsserplatz, öffentl. Brunnen, laufendes Quellwasser.

Vorversuch	100	7.5	100	75
Versuch 1	100	9.7	100	97
2	100	9.8	100	98
3	100	9.7	100	97
4	100	9.7	100	97

14) Oeffentlicher Sod Theaterstrasse, Grundwasser.

	a. Cubikcentimeter Wasser.	b. Cubikcentimeter Indigolösung.	c. Cubikcentimeter Schwefelsäure.	d. 1000 CC. Wasser würden brauchen Cubikcentimeter Indigolösung.
Vorversuch	100	31.8	100	318
Versuch 1	100	38.5	100	385
2	100	38.5	100	385
3	100	38.6	100	386
4	100	38.5	100	385

15) Sod des Hauses Nr. 24. Vordere Steinen.

Vorversuch	100	22.2	100	222
Versuch 1	100	25.5	100	255
2	100	25.5	100	255
3	100	25.4	100	254

16) Pumpwerkwasser, Grundwasser Kleinbasel's.

Vorversuch	100	4.5	100	45
Versuch 1	100	5.5	100	55
2	200	11	200	55
3	100	5.45	100	54.5

17) Oeffentlicher Brunnen Marktplatz, Grundwasser.

Vorversuch	100	32.5	100	325
Versuch 1	200	80.5	200	402
2	50	20	50	400

18) Holbeinplatz öffentl. Brunnen, Quellwasser.

Vorversuch	100	7.8	100	78
Versuch 1	100	9	100	90
2	200	18	200	90
3	100	9	100	90

Bei solchen Untersuchungen ist es nicht gleichgültig, ob das Wasser längere Zeit mit Luft zusammen gestanden hatte oder nicht, indem bei Einwirkung des Sauerstoffes der Luft auf stickstoffhaltige organische Substanzen deren Stickstoff zuerst in salpetrige Säure, dann in Salpetersäure verwandelt werden kann. Folgende Beispiele mögen zur Bestätigung des Gesagten genügen. Das Wasser des St. Albanlochbrunnens wurde, nachdem der Rest vom 7. September an in halbvoller Flasche gestanden hatte, am 9. wieder untersucht. 1000 CC. brauchten jetzt 205 statt wie früher bloss 196 CC. Indigolösung, während 1000 CC. ebenso aufbewahrten Gerberlochbrunnwassers am 9. September 465 statt wie am 7. 450 CC. brauchten.

Umgekehrt kann durch Stehen eines Wassers in verschlossener Flasche der Gehalt an Salpetersäure durch Reduktion derselben durch die im Wasser enthaltenen organischen Stoffe abnehmen.

Bei der Titration der verschiedenen Wasser mit Indigolösung blieb die Flüssigkeit vor Zusatz eines Ueberschusses derselben nur in wenigen Fällen farblos und wurde dann durch den überschüssig zugesetzten Tropfen Indigolösung blau; in den meisten Fällen färbte sich die Flüssigkeit gelb bis braungelb und durch den Ueberschuss der Indigolösung grün. Ersteres ausnahmsweise Verhalten zeigten die beiden Rheinwasserproben.

Nach dem ursprünglichen von Marx vorgeschlagenen Verfahren wird der Gehalt der Wasser an Salpetersäure zu nieder gefunden. Ueberdiess stimmten in den meisten Fällen bei verschiedenen Titrationsversuchen mit einem und demselben Wasser die Resultate unter sich nicht überein; es zeigten sich im Gegentheile erhebliche Differenzen.

Bei allen Versuchen wurde diejenige Menge von

Schwefelsäure angewandt, welche Marx vorgeschlagen hatte, wie überhaupt alle die von Marx empfohlenen Vorsichtsmassregeln genau befolgt wurden. Die dazu gebrauchte chemisch reine Schwefelsäure hatte die Stärke der englischen. Bei Anwendung einer verdünnteren wird nicht die nöthige Wärme entwickelt. Wenn nun auch das verbesserte Titrationsverfahren unstreitig viel genauere Resultate liefert, so sind doch zwei wesentliche Punkte bei Berechnung des Salpetersäuregehaltes zu berücksichtigen. Erstens enthält das destillirte Wasser oft nicht nur Spuren oder eine geringe Menge, sondern eine erhebliche Menge salpetersaures Ammoniak, oft auch salpetrigsaures, zweitens enthalten die natürlichen Wasser sehr oft neben den Nitraten, nicht nur Spuren, sondern auch erhebliche Mengen von Nitriten. Die salpetrige Säure des zu untersuchenden Wassers wirkt auf die mit Schwefelsäure vermischte Indigolösung ebenfalls oxydirend ein. Die für 1 Liter des untersuchten Wassers verbrauchte Menge der Indigolösung entspricht dann nicht nur der in dem Liter Wasser enthaltenen Salpetersäure, sondern auch der vorhandenen salpetrigen Säure. Da freilich, wo nur Spuren oder eine sehr unbedeutende Menge von salpetriger Säure im Wasser ist, kommt der Fehler nicht in Betracht, da hingegen, wo im Verhältnisse zur Salpetersäure eine reichliche Menge salpetrige Säure vorhanden ist, muss die Menge dieser in einer besonderen Operation bestimmt werden, was wohl am schnellsten und annähernd genau nach Ansäuren einer abgemessenen Menge Wassers mit Schwefelsäure durch Titration mit Kalipermanganatlösung geschehen kann, nachdem vorher ohne Schwefelsäurezusatz die etwa vorhandenen leicht oxydirbaren organischen Stoffe mit derselben Permanganatlösung titrirt wurden. Die Differenz der bei der zweiten und ersten Operation gefundenen

Zahlen entspricht dem übermangansauren Kali, welches zur Oxydation der salpetrigen Säure nöthig war. Diese aber entspricht einer bestimmten Menge der Indigolösung, welche von der bei der Titration des Wassers mit Indigolösung gefundenen abgezogen werden muss, um diejenige Menge von Indigolösung zu erhalten, welche wirklich bloss der Salpetersäure entspricht.

Hr. A. Scheurer-Kestner in Thann, welcher im Auftrage des Comité de Chimie der Société industrielle von Mülhausen meine Methode geprüft hat, ist zu Resultaten gelangt, welche mit den meinigen übereinstimmen. Ich verweise auf seinen Bericht im „Bulletin de la société industrielle de Mulhouse“, Juni 1870, Seite 324. Hr. Scheurer bemerkt in seinem Berichte hinsichtlich des Einflusses der salpetrigen Säure: „l'auteur fait remarquer avec raison, qu'en opérant ainsi les nitrites agissent sur l'indigo en même temps et de la même manière que les nitrates.“ Hr. Dr. Hugo Trommsdorf (siehe dessen Nachträge zu den Untersuchungsmethoden für eine Statistik des Wassers, Zeitschrift für analytische Chemie von Fresenius, Jahrg. IX, Seite 157) behauptet hingegen, dass die Nitrite die Indigolösung nicht zerstörten, indem er sich auf Versuche mit einer Lösung von salpetrigsaurem Silber stützt. Was mich anbetrifft, so möchte ich bloss an die bekannte Nitritreaction von Schönbein mit Jodkaliumstärkekleister und etwas Säurezusatz erinnern, wo doch gerade der Beweis geleistet ist, dass die salpetrige Säure bei grosser Verdünnung noch lebhafter das Kalium des Jodkaliums zu oxydiren im Stande ist wie die Salpetersäure. Indessen werde ich diesem Gegenstande meine Aufmerksamkeit zuwenden und baldmöglichst mit verschiedenartigen Nitriten nähere Versuche anstellen. Für unsere Statistik der Wasser und der atmosphärischen Niederschläge (siehe die folgende

II. Abhandlung) hat dieser Punkt keine so grosse Bedeutung. Bei den ökonomisch und industriell angewendeten Wassern kann man, wie ich das in meiner Arbeit (siehe unsere Verhandlungen 1867, IV. Theil, IV. Heft) „über die chemische Beschaffenheit von Basels Grund-, Bach-, Fluss- und Quellwasser“ schon ausgesprochen habe, in fast allen Fällen, wo es sich um ein durch den Chemiker zu untersuchendes Wasser handelt, die besondere quantitative Bestimmung der salpetrigen Säure weglassen und ihre Beeinflussung der Salpetersäurebestimmung kann man ausser Acht lassen. In guten Quellwassern sind nur Spuren oder höchst unbedeutende Mengen von salpetriger Säure enthalten, während Salpetersäure ein normaler Bestandtheil ist. Erhält man mehr als spurenweise Reaction auf Nitrit, so ist das Wasser zum Genusse untauglich. Ob nun einige Milligramme mehr oder weniger davon in 1 Liter Wasser enthalten sind, darauf kommt es nicht an, salpetrige Säure ist überhaupt ein veränderliches Zwischenoxydationsproduct zwischen dem Stickstoffe des Fäulnissproductes Ammoniak, dem Stickstoffe organischer Stoffe und anderseits der Salpetersäure. Für wissenschaftliche Wasseruntersuchungen muss allerdings der Quantitätsbestimmung der salpetrigen Säure die gleiche Aufmerksamkeit wie derjenigen jedes anderen Bestandtheiles des Wassers geschenkt werden und ihr Einfluss auf die Bestimmung der Salpetersäure muss berücksichtiget werden.

Die in dem zur Verdünnung der Lösung des Indigo's in Schwefelsäure angewandten destillirten Wasser enthaltene Salpetersäure sowohl wie auch die salpetrige Säure (beide in Form von Ammoniaksalzen vorhanden) wirken natürlich auch auf den gelösten Indigo oxydirend ein, sobald sich die Lösung durch Vermischen mit Schwefelsäure erwärmt, was jedoch gleichgültig ist, weil ja

das Verhältniss der Indigolösung zu Kalinitrat unter den gleichen Umständen ermittelt wurde und sowohl bei der Titrestellung als auch bei der Titration von Brunnwassern etc. die Indigolösung dadurch um denselben Grad verdünnter erscheint. Die Menge von Salpetersäure und salpetriger Säure aber, welche in dem zum Auflösen des Kalisalpeters angewandten destillirten Wasser enthalten ist, darf nicht ausser Acht gelassen werden. Man braucht bloss die Menge der Indigolösung zu bestimmen, welche durch die in 1 Liter destillirten Wassers enthaltene Menge der beiden Säuren zerstört wird, um die Menge der Indigolösung zu kennen, welche für die in 1 Liter Salpeterlösung enthaltene Menge reinen salpetersauren Kali's nöthig wäre.

Das zur Darstellung meiner Salpeterlösung und Indigolösung angewandte destillirte Wasser gab die folgenden Resultate bei 4 Titrationen. Zuerst wurde nach Marx's Vorschlag eine abgemessene Menge des destillirten Wassers mit Schwefelsäure vermischt und hierauf mit Indigolösung titrirt. Hierauf wurde eine der bei diesem Vorversuche verbrauchten Menge Indigolösung gleiche Menge zu einer gleichen Menge destillirten Wassers gefügt, hierauf die nöthige Schwefelsäure zugefügt und mit Indigolösung bis zur Bläuung nachtitrirt.

		Menge der Schwefelsäure: CC.	Angewandte Menge des destillirten Wassers in Cubikcentimetern:	Verbrauchte Menge der Indigolösung in Cubikcentimetern:	1 Liter destillirtes Wasser brauchte Cubikcentimeter Indigolösung:
Vorversuch		100	100	3.6	—
Versuch	1	100	100	5.3	53
	2	200	100	5.7	57
	3	200	200	10.6	53
	4	400	200	11	55

Mittel aus den 4 Versuchen $54^1/_2$ entsprechend 0,01508 Gr. N^2O^5.

1 Liter dieses destillirten Wassers enthielt sonach 0,0151 Gr. (N^2O^5) Salpetersäure, ein Cubikcentimeter 0,0000151 Gramme.

1000 Cubikcentimeter Indigolösung entsprachen, wie wir oben sahen, bei der Titrestellung nach meinem verbesserten Verfahren als Mittel von 10 Versuchen 511.9 = 512 CC. Salpeterlösung. 1000 CC. Salpeterlösung entsprechen demnach 1953 CC. Indigolösung, welche jedoch nicht bloss für die Reduction der in 1000 CC. Salpeterlösung enthaltenen Menge (KNO^3), sondern auch für die Reduction der zur Lösung dieses Salzes nöthigen Menge destillirten Wassers (1000 CC.) nöthig waren. Nun brauchte 1 Liter destillirtes Wasser als Mittel von 4 Versuchen 54.5 CC. Indigolösung, es wären somit bei der Titrestellung der Indigolösung für die in 1 Liter gelöst enthaltenen 1.0129 Gr. (KNO^3) nur 1898.5 CC. Indigolösung nöthig gewesen. Es entspricht demnach 1 CC. Indigolösung 0.0005335 Gr. (KNO^3) = 0.0002881 Grammen N^2O^5, und nicht bloss 0.0002767 Gr., wie ohne Correction gefunden wurde.

Ich hatte zu diesen Versuchen absichtlich ein destillirtes Wasser des Laboratoriums mit grösserem Ammonnitratgehalte herausgegriffen, um zu zeigen, wie auch in einem solchen Falle mit Leichtigkeit durch Berechnung der Einfluss der salpetrigen Säure auf das Resultat zu corrigiren ist, lag es doch in meiner Absicht, die Methode jedem zugänglich zu machen, damit überall, wo auch kein chemisches Laboratorium existirt, Wasseruntersuchungen vorgenommen werden können. Seither habe ich öfters destillirtes Wasser angewendet, das nur eine höchst geringe Menge oder nur Spuren Ammonnitrat enthielt.

Periodische Bestimmungen des Gehalts verschiede-

in Nitratform in den

Der Gehalt ist auf einen Liter Wasser

Nro.	Name des Wassers.	Minimal- und Maximal-Gehalt in Grammen ausgedrückt.		Septemb. 1870. Gramme.	30. Nov. 1870. Gramme.
1	Pumpwerk Kleinbasels	0.0015	0.0158	0.0158	0·0015
2	Lochbrunnen am St. Alban-Rheinquai	0.0444	0.1540	0.0570	0.0444
3	Goldquelle Steinenvorstadt	0.0247	0.0862	0 0578	0 0247
4	öffentlicher Brunnen Marktplatz	0.1155	0.3432	0.1155	0.1581
5	Lochbrunnen Sattelgasse	0.1062	0.2618	0.1218	0.1605
6	Lochbrunnen beim Stadthause	0.1250	0.4004	0.1250	0.1976
7	Lochbrunnen am Gerberberg	0.0741	0.2490	0.1293	0.0741
8	öffentlicher Brunnen Holbeinplatz	0.0116	0 0444	am 9. Oct. 0.116 0.0260	0.0121
9	Riehenquellwasser	0.0012	0.0125	0.0125	0.0012
10	Grellingerwasser	0.0010	0.0173	0.0173	October 0.0012
11	öffentlicher Brunnen Binningerstrasse	0.0321	0.1544	0.0516	0.0321

Andere Wasser unserer Stadt zeigten bei einer allerdings nur einmaligen Untersuchung folgenden Ge-

ner Wasserquellen Basels an Salpetersäure (N^2O^5),

Wassern enthalten.

berechnet, in Grammen ausgedrückt.

7. December 1870. Gramme.	Februar 1871. Gramme.	Juni 1871. Gramme.	Art des Wassers.
0.0064	0.0022	0.0110	Grundwasser Kleinbasels
0.0523 (Sammler 0.0627)	0.1144	0.1540	Grundwasser Grossbasels.
0.0259	0.0862	0.0801	dito.
0.1778	0.3432	0.2420	dito.
0.1062	0.2371	0.2618	dito.
0.1926	0.4004	0.3018	dito.
0.0825	0.2420	0.2490	dito.
0.0116	0.0444	0.0431	Quellwasser von Auswärts.
0.0034	0.0035	0.0031	dito.
0.0010	0.0022	0.0026	dito.
0.0336	0.1544	0.1188	dito (verunreinigtes).

halt an Salpetersäure pro Liter, in Grammen ausgedrückt.

Nro.	Datum.	Name des Wassers.	Gehalt eines Liters an Salpetersäure.	Reaction auf Nitrite.	Art des Wassers.
	1869.		Gramme.		
1	5. Nov.	I. Sod, Horburg	0.0026	starke	Grundwasser Kleinbasels
2	dito	II. Sod, Horburg	0.0057	schwache	dito
3	dito	I. Sod zu den 3 Rosen, Klybeckstrasse	0.0095	starke	dito
4	28. Oct.	II. Sod daselbst	0 0412	ziemlich starke	dito
5	5. Nov.	Sod Klybeckstrasse	0.0250	starke	dito
6	October	Sod No. 93 daselbst	0.0279	starke	dito
7	10. Sept.	öffentlicher Brunnen Münsterplatz	0.069	Spurenweise	Grundwasser Grossbasels
8	28. „	Sod No. 24 vordere Steinen	0.0734	—	dito
9	28. „	öffentlicher Sod Steinenthorstrasse	0.0790	Spurenweise	dito
10	28. „	öffentlicher Sod St. Johann	0.0798	starke	dito
11	28. „	öffentlicher Sod Theaterstrasse	0.1109	starke	dito
12	7. „	Sod No. 19 Binningerstrasse	0.1123	starke	dito
13	28. Oct.	Sod Rümelinsplatz	0.0129	Spurenweise	dito
14	28. Sept.	öffentlicher Brunnen Barfüsserplatz	0.0279	—	dito
15	28. „	Rheinwasser bei der oberen Fähre, Ufer Grossbasels	0.0135	schwache	Rheinwasser
16	28. „	dito bei der unteren Fähre, Ufer Grossbasels	0.0155	starke	dito

Der Minimalgehalt und der Maximalgehalt an Salpetersäure eines Liters der verschiedenen Wasser stellen sich so heraus:

	Minimalgehalt. Gramme.	Maximalgehalt. Gramme.
Grundwasser Klein-Basels	0.0015	0.0412
Grundwasser Gross-Basels	0.0129	0.4004
Quellwasser von Auswärts	0.0010	0.0444
Grellingerwasser	0.0010	0.0173
Verunreinigtes Quellwasser	0.0321	0.1544

Anmerkung. Das Wasser des Dorfbrunnens (Quellwasser) in Beckenried am Vierwaldstättersee enthielt am 12. October 1870 in 1 Liter auch nur 0.0010 Gramme Salpetersäure. Das in einiger Entfernung vom Dorfe geschöpfte Seewasser enthielt 0.0022 Gramme.

Ueber die Bedeutung der Salpetersäuremenge für die Beurtheilung eines Trinkwassers sind verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. Ich bleibe auch heute noch nach zahlreichen weiteren Untersuchungen bei den in meiner 1867 erschienenen Arbeit über die verschiedenen Baslerwasser ausgesprochenen Ansichten und wiederhole hier bloss folgende Thatsachen:

Nirgends fehlen die Nitrate, ja selbst in ausgezeichneten Quellwassern erhalten wir zum Theile starke Reactionen. Die Nitrite sind oft gar nicht, oft in minimer, oft in grösserer Menge vorhanden, je nach der Herkunft des Wassers.

Bei meinen bisherigen Untersuchungen fand ich, dass reine Quellwasser höchstens eine schwache Reaction auf Nitrite geben, meist nur eine spurenweise oder gar keine. Immer beweist ein Gehalt an Nitraten und Nitriten, welcher grösser als der in von städtischen Fäulniss- und Verwesungsheerden unabhängigen Quellen auf dem Lande ist, dass eine Verunreinigung durch lokale Einflüsse stattgefunden hat, sei es nun durch Abtritte oder Dohlen, Cisternen oder Ställe, durch Gewerbe oder durch sonstige Ursachen, welche aufzuzählen überflüssig ist. Sicher ist der grösste Theil der mit den Lochbrunnquellen und

Soden der grossen und kleinen Stadt Basel zu Tage geförderten Nitrate das Product der Verwesung des Stickstoffes der menschlichen und thierischen Abfälle, sowie des bei der Fäulniss gebildeten Ammoniaks.

Immer erregt die Anwesenheit einer über Spuren hinausgehenden Menge Nitrits allermindestens den Verdacht in mir, dass das Wasser in erheblichem Maasse durch organische Stoffe verunreiniget ist, und wenn nicht immer, so wird doch meist diese Vermuthung bestätigt. Die Anwesenheit von Nitrit ist für mich das Zeichen der chemischen Thätigkeit, respective der Beweglichkeit der Atome der im Wasser enthaltenen organischen Stoffe. Die Nitrite sind stets als Zwischenstufe eines, sei es pro-, sei es regressiven chemischen Umwandlungsprocesses zu betrachten.

Ein Wasser, welches grössere Mengen Nitrit enthält, sollte als Trinkwasser verworfen werden, ebenso solches, welches eine mehr als normale Menge von Nitraten enthält. Ueber die Grenze kann man nun freilich verschiedener Ansicht sein. Bei den Trinkwassern Basels betrachte ich die in den von auswärts in die Stadt geleiteten Quellwassern enthaltene Salpetersäuremenge als die normale. Unmöglich kann ich mit Alex. Müller (siehe dessen Abhandlung „zur Geschichte der Brunnenwässer grosser Städte“ im Journale für praktische Chemie, Bd. 82, S. 465) annehmen, dass eine Menge von 4 Milligrammen Salpetersäure pro Liter im Wasser eine erhebliche, die Geniessbarkeit eines solchen Wassers beeinflussende sei. Wenn aber O. Reich (s. dessen Abhandlung „die Salpetersäure im Brunnenwasser und ihr Verhältniss zur Cholera und ähnlichen Epidemien“) in den Berliner Brunnenwässern 200—675 Thl. Salpetersäure (N^2O^5) in 1 Million Theilen, also 2 bis fast 7 Decigramme im Liter fand, so gibt uns eine solche unnormale Menge einen Anhalts-

punkt für den erheblichen Grad der Verunreinigung des dortigen Grundwassers. Auch das Grundwasser Basels enthält eine unnormale Menge von Salpetersäure. Ich verweise auch auf obige Tabelle.

Periodische Untersuchungen über den Stand und Gehalt des Grundwassers sind bekanntlich von grossem Interesse, dieselben müssen aber in Kürze ausgeführt werden können, da es sich hier um die Untersuchung möglichst vieler Wasserproben in möglichst kurzer Zeit handelt. Um über die Verunreinigung eines Wassers durch Dohlen, Cisternen, Abtrittgruben u. s. w. mit wenigen Mitteln und in kurzer Zeit Aufschluss zu erlangen, empfehle ich auch heute noch die in meiner früheren Arbeit genannten 5 Operationen, füge aber nun eine 6te Operation bei, nämlich die Bestimmung der Salpetersäure nach oben beschriebener Methode.

Die 6 Operationen sind:

1) Die Bestimmung der Menge der festen Bestandtheile, wobei sowohl die Menge des bei 100° C. getrockneten Rückstandes eines Liters Wasser als auch der Verlust beim Glühen desselben anzugeben ist. Sowohl die Farbe des Rückstandes des Wassers als auch die Erscheinungen beim Glühen sind zu beobachten.

2) Die Nitrit- und die vereinigte Nitrit- und Nitratreaction nach Schönbein.

3) Die Titration mit Kalipermanganatlösung, mit und ohne Schwefelsäurezusatz.

4) Die Reaction mit Silber- oder Goldlösung.

5) Die Reaction auf Schwefelwasserstoff und Ammoniak (frei und gebunden).

6) Die Titration der Salpetersäure mit Indigolösung.

Dadurch erlangen wir einerseits Aufschluss über das Maass der Verunreinigung, anderseits über den Grad der Veränderlichkeit der organischen Stoffe, womit

wohl deren physiologischer Charakter auf's engste verknüpft ist.

Wenn einerseits die Ermittelung der Quantität der Verunreinigungen eine gewisse Bedeutung hat, so ist anderseits die Ermittelung der Qualität derselben von grosser Wichtigkeit. Es ist jedoch bis heute nur möglich über den Grad der chemischen Wirksamkeit der verunreinigenden organischen Stoffe Aufschluss zu erlangen, wozu mir die Titration mit Kalipermanganatlösung mit und ohne Schwefelsäurezusatz, die Schönbein'sche Nitritreaction, sowie die Reduction einer Silber- oder Goldlösung praktische und passende Mittel zu sein scheinen. Die Bestimmung der Menge der festen Bestandtheile und des Glühverlustes sowie die Bestimmung der Menge der N^2O^5 hat ebenfalls einen entschieden praktischen Werth, um über das Maass der Verunreinigung sich ein Urtheil zu bilden.

Die Reaction auf H^2S und Schwefelmetalle dürfte in den meisten Fällen zu einem negativen Resultate führen, wenn nicht schon das Geruchs- und Geschmacksorgan die Verunreinigung des Wassers erkannt hatte, wo dann aber eine Untersuchung von Seite eines chemischen Experten vom praktischen Standpunkte aus überflüssig ist oder bloss bestätigen soll.

II.

Ueber die Chemie der atmosphärischen Niederschläge und besonders über deren Gehalt an Salpetersäure.

Von

Prof. Friedrich Goppelsrœder.

Bei seinem Kreislaufe, nicht nur durch die porösen Erdschichten, wo es mit flüssigen und festen Stoffen und auch mit der an Fäulniss- und Verwesungsgasen oft so reichen unterirdischen Luft zusammenkommt, sondern auch bei seiner Wanderung durch die atmosphärische Luft, ja schon während des Verdampfungsprozesses an der Erdoberfläche und während seiner Erzeugung beim Verbrennungs- und Verwesungsprozesse, also schon in jenem Zeitpunkte seines Kreislaufes, wo es die feste Erde verlässt, um seine Wanderung durch das Luftmeer anzutreten, nimmt das Wasser gewisse andere Stoffe, wenn auch nur in geringer Menge, in sich auf und wird zum Träger einiger chemischen Verbindungen, welche zum Theile zu wichtigen directen Nährstoffen der Pflanzen-, indirect der Thierwelt gehören. Und ist dann das Wasser in Dampf- oder Dunstbläschenform, so nimmt es weiter noch eine Reihe von in die Luft gelangten Producten der Fäulniss und Verwesung etc. auf, auch die beim Durchschlagen des mächtigen elektrischen Funkens, des Blitzes, durch die Luft gebildete Stickstoffsauerstoffverbindung, um schliesslich auf seinem Falle als Regen, Schnee u. s. w. noch mehr die Luft von ihren Verunreinigungen zu befreien.

Die atmosphärischen Niederschläge bieten desshalb auch dem Chemiker Interesse und das Studium ihrer

Chemie führt uns nicht nur zur mechanischen Aufzählung einer Reihe im atmosphärischen Wasser gelöst oder suspendirt enthaltener gasförmiger oder fester Stoffe, sondern dient uns als unentbehrliches Medium, um jene wichtigen Stoffe nachweisen zu können, jene Stoffe, deren Entstehung nicht etwa bloss als unwesentlich, den Kreislauf des Wassers zufällig begleitend aufzufassen ist. Mit dem Kreislaufe des Wassers, mit dem Verdampfungsprozesse des Wassers, mit den meteorologischen Vorgängen in der Luft, sind eben auch chemische Vorgänge verknüpft, welche für den Haushalt der Natur auch ihre besondere Wichtigkeit haben.

Für die näher eingehende Analyse der Luft hat die Analyse der atmosphärischen Niederschläge hohe Bedeutung. Bedenken wir zum Beispiele, welche grossen Mengen von sogenannter normaler Luft wir oft in Arbeit nehmen müssten, um darin Wasserstoffsuperoxyd, salpetrige Säure, Salpetersäure und Ammoniak, sowie organische Stoffe nachweisen zu können, während es uns möglich wird, mit kleinen Mengen Regenwassers oder Schnee's, im Nothfalle mit 100 Cubikcentimetern derselben, alle diese Stoffe nachzuweisen, ja sogar die Salpetersäure quantitativ zu bestimmen. Betrachten wir in Kürze die hauptsächlichsten Mittel hiezu und gedenken wir auch der Bedeutung namentlich der verschiedenen Stickstoffverbindungen der Luft für die Pflanzenwelt.

Die hauptsächlichsten im Regenwasser oder Schnee bis dahin aufgefundenen normalen Bestandtheile sind, abgesehen von höchst geringen Mengen oder Spuren noch nicht näher definirter organischer oder sogar organisirter Stoffe: 1) Wasserstoffsuperoxyd, 2) salpetrige Säure, 3) Salpetersäure und 4) Ammoniak. Dann aber wäre noch zu reden von einer Masse von in Auflösung darin befindlichen oder bloss suspendirten Körpern, deren An-

wesenheit entweder schon nachgewiesen wurde oder wenigstens geahnt werden kann, deren Art und Menge abhängig ist von vielerlei Umständen und Verhältnissen, welche auf die Verunreinigung der Atmosphäre einen Einfluss haben können. Ich rede aber hier nicht von solchem Regenwasser, welches dem directen Einflusse von Vulkanen, Sümpfen, oder von hunderten Kaminen einer Fabrikstadt, von Leichenfeldern oder von andern Quellen ausgesetzt war, ich rede nur von der Chemie derjenigen atmosphärischen Niederschläge, welche aus einer Luft fallen, die nicht als eine von localer Beschaffenheit, sondern als entstanden durch Durcheinandermischung eines Theiles des Luftmeeres aufzufassen ist.

Der erste Bestandtheil, welcher uns interessirt, ist das Wasserstoffsuperoxyd, jener Körper, dessen Nachweis im Wasser uns an eine der interessantesten von Schönbein aufgefundenen Thatsachen erinnert, an die Thatsache nämlich, dass bei jedem Oxydationsprozesse Minus und Plus Ozon auftreten. Bei dem an der Oberfläche der Erde in colossalem Maassstabe auftretenden Oxydationsprocesse, dem Verwesungsprozesse, wird der gewöhnliche Sauerstoff theils ozonisirt, theils antozonisirt. Das Minusozon wirft sich auf den Sauerstoffbegierigen Kohlenstoff und Wasserstoff der organischen Stoffe, verwandelt dieselben in Kohlensäure und Wasser, das Plus- oder Antozon tritt aber mit Wasser zusammen und bildet Wasserstoffsuperoxyd, das wegen seiner Verdampfbarkeit zum Theile, jedenfalls zum geringsten Theile in die Atmosphäre gelangt. Bei allen andern Oxydationsprozessen, auch mineralischer Substanzen, findet dasselbe statt. Und auch im Luftmeere noch wird Wasserstoffsuperoxyd neben dem Ozone, namentlich, aber nicht ausschliesslich, bei den elektrischen Entladungen gebildet. Die Reste des ge-

bildeten Ozons weisen wir in der Luft selbst, die Reste des Wasserstoffsuperoxydes aber im atmosphärischen Wasser nach. Dass trotz der fortwährenden Bildung von Wasserstoffsuperoxyd nur Spuren desselben in der Luft, respective im Regenwasser oder Schnee angetroffen werden, hat seinen doppelten Grund. Erstens werden sich fortwährend das freie Ozon und das im Wasserstoffsuperoxyde enthaltene Antozon ausgleichen zu gewöhnlichem Sauerstoffe und Wasser, und zweitens wird sich das Wasserstoffsuperoxyd durch bestimmte Einflüsse, durch die Gegenwart gewisser uns noch nicht genau bekannter auch oxydirbarer oder sogenannter katalytisch wirkender Bestandtheile der Luft, zerlegen in Wasser und in auf oxydirbare Stoffe sich werfenden, also als minus Ozon dann wirkenden Sauerstoff.

Allein wegen Mangel an einem empfindlichen Reagens hatte Schönbein das Wasserstoffsuperoxyd so lange nicht im Regenwasser aufzufinden vermocht, obgleich er es schon seit Jahren aus theoretischen Gründen als Luftbestandtheil geahnt hatte. Erst in seinem letzten Lebensjahre, am 21. Juni 1868, ist ihm der Nachweis gelungen, und seither hat sich das Wasserstoffsuperoxyd als constanter Bestandtheil der normalen atmosphärischen Luft, überall wo nach ihm geforscht wurde, erwiesen. Heutzutage besitzen wir, Dank den Bemühungen Schönbeins selbst und späterer Forscher, einige ausgezeichnete Reagentien. Der später fallende Niederschlag reagirt stets schwächer als der erste, und frisch gefallenes Wasser, welches die Reaction auf das augenfälligste zeigt, bringt sie nach Schönbeins eigenen, nach meinen und Anderer Beobachtungen meist nach 12 Stunden nicht oder kaum mehr hervor. Der Grund hiefür liegt wohl, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch hauptsächlich darin,

dass gewisse unorganische und organische Substanzen das Wasserstoffsuperoxyd zu katalysiren vermögen.

Alle Methoden zum Nachweise des Wasserstoffsuperoxydes beruhen auf dessen Fähigkeit unter gegebenen Umständen oxydirende oder reducirende Wirkungen auszuüben. Der von Schönbein angegebenen Mittel zum Nachweise des Wasserstoffsuperoxydes gibt es eine ganze Reihe. Ich verweise auf die bezüglichen Abhandlungen. Fast zu gleicher Zeit wie Schönbein gelang es auch Struve das Wasserstoffsuperoxyd im Regenwasser nachzuweisen. Er bedient sich auch des Jodkaliumstärkekleisters mit Beihülfe einer Bleilösung. Statt aber wie Schönbein neben dem Jodkaliumstärkekleister Eisensulfat anzuwenden, bedient er sich des Doppelsalzes Eisenoxydulammonsulfat, weil es leichter wie der Eisenvitriol vollständig neutral zu erhalten sei und weil sich seine Lösung längere Zeit unverändert aufbewahren lasse. Struve fand auch, dass diese Reaction durch freie Kohlensäure geschwächt werde, dass man daher bei Anwesenheit von diesem Gase das Wasser zuerst auf 60° C. erwärmen müsse. Statt einer Bleiacetatlösung bedient sich Struve einer alkalischen Bleilösung. Der Niederschlag wird gesammelt und mit Wasser ausgewaschen. Bei den geringsten Spuren von Wasserstoffsuperoxyd im Wasser enthält er Bleisuperoxyd und gibt daher mit Jodkaliumstärkekleister und etwas verdünnter Essigsäure rasch die blaue Färbung. Die vier wichtigsten Reactionen auf Wasserstoffsuperoxyd in einem atmosphärischen Niederschlage scheinen mir, geordnet nach ihrer Empfindlichkeit, die folgenden zu sein: 1) Bläuung von Guajactinctur bei Zusatz von Malzauszug nach Schönbein, 2) Herstellung eines Niederschlages von Bleisuperoxyd nach Struve mit Hülfe alkalischer Bleilösung und Reaction auf das Bleisuperoxyd mit Jodkaliumstärkekleister und verdünnter Essigsäure, 3) Bläuung von Jod-

kaliumstärkekleister bei Zusatz von Bleiacetatlösung und etwas verdünnter Essigsäure, nach Schönbein, 4) Bläuung von Jodkaliumstärkekleister bei Zusatz von etwas Eisenvitriollösung, nach Schönbein, welche Reaction die am wenigsten empfindliche ist. Alle vier lassen, wie bekannt, keine Verwechslung mit Ozon oder einem Ozonide wie salpetrige Säure zu. Eine quantitative Bestimmung hat wohl in solchen Fällen, wo es sich nur um Spuren eines Körpers handelt, keinen hohen Werth. Vorschläge sind zwar auch schon gemacht worden.

Gehen wir über zum Ammoniak, welches namentlich stets auftritt bei der Fäulniss stickstoffhaltiger organischer Stoffe, so dass sich stündlich eine ansehnliche Menge desselben in die Atmosphäre verbreiten muss, wo es jedoch unmöglich in seiner ganzen Menge als solches verweilen kann, da es erstens mit Kohlensäure, salpetriger Säure und Salpetersäure zusammentrifft und damit Carbonat, Nitrit und Nitrat bildet, gar nicht zu reden von dem local auch gebildeten Schwefelammonium, da es zweitens durch das in der Atmosphäre stets gebildete thätige Ozon sich in salpetrige Säure und schliesslich in Salpetersäure, anderseits in Wasser verwandelt. Barral, Gilbert und Laws haben aus Versuchen den Schluss abgeleitet, dass in der normalen Atmosphäre mehr Salpetersäure als Ammoniak vorhanden ist. Bineau und Boussingault haben entgegengesetzte Resultate erhalten. Es kommt eben darauf an, wo man untersucht, wie das aus den verschiedensten Beobachtungen hervorgeht.

Von Methoden des Nachweises erwähne ich in erster Linie die von Dr. Wilhelm Reuling 1854 mitgetheilte, welcher im Regen- und Schneewasser Ammoniak nachwies. Reuling wendet mit Hämatoxylin und Chloraluminium imprägnirtes Papier an. Es bildet sich durch

die Einwirkung eines Alkalis, auch des Ammoniaks, der dem Auge sich kundgebende Lack aus Thonerde und Hämatoxylin. Diese Reaction ist höchst empfindlich für freies Ammoniak, könnte aber auch von Spuren eines fixen Alkalis herrühren. Längst vorher hatte Erdmann das Hämatoxylin allein vorgeschlagen. Ein zweites viel bestimmteres Reagens ist der von Bohlig vorgeschlagene Sublimat, wobei auf die von Schoyen gemachten Erfahrungen Rücksicht zu nehmen ist. Man fügt ausser der Sublimatlösung noch ein Paar Tropfen Kalicarbonatlösung dem zu untersuchenden Wasser zu. Die alkalische Quecksilberjodid-Jodkaliumlösung oder das sogenannte Nessler'sche Reagens ist auch zu bekannt, um mich dabei aufzuhalten. Ich ziehe meines Theiles die Sublimatlösung in Verbindung mit Kalicarbonat jedem andern Reagens auf Ammoniak vor.

Wir kommen zur salpetrigen Säure, die sich nicht frei, wohl aber als Ammonsalz vorfindet, bei der langsamen Verdampfung des Wassers an der Erdoberfläche sich bildet, auch bei den langsamen in der Luft stattfindenden Oxydationsprozessen auftritt, also im Zusammenhange mit Ozon und Antozon, respective Wasserstoffsuperoxyd, steht. Salpetrige Säure bildet sich aber auch durch die langsame Oxydation des Ammoniaks, wobei ebenfalls das Ammonsalz resultirt, welches freilich keine lange Existenz hat, sondern nur als Zwischenstufe zwischen Ammoniak und Nitrat anzusehen ist. Schönbein hat verschiedene Reactionen darauf vorgeschlagen. Nach ihm besitzt die salpetrige Säure mit Wasser gemischt ein viel grösseres oxydirendes Vermögen wie eine gleich wasserreiche Salpetersäure, ja Salpetersäurelösung kann auf manche oxydirbaren Substanzen gar nicht mehr einwirken, welche von gleich verdünnter salpetriger Säure noch auf das lebhafteste oxydirt werden. Ich ordne die

hauptsächlichsten Reagentien auf salpetrige Säure, respective Nitrite, nach ihrer Schärfe in folgender Weise: 1) Jodkaliumstärkekleister nach Ansäuerung, 2) durch Wasserstoffschwefel entfärbte Indigotinctur, beide Reagentien von Schönbein, 3) Diamidobenzoësäure nach dem Vorschlage von C. Voit und P. Griess.

Ueber eine mögliche Maskirung der Nitritreaction habe ich in einer frühern Notiz „über eine die Jodstärkereaction maskirende (verlangsamende) Eigenschaft gewisser anorganischer Substanzen" aufmerksam gemacht (siehe diese Verhandlungen 1862, Seite 437). Die durch Wasserstoffschwefel entbläute Indigotinctur hat desshalb grossen Werth, weil sie in manchen Fällen Wasserstoffsuperoxyd und Nitrit nachzuweisen im Stande ist, wo andere Mittel es nicht zu thun vermögen, da nämlich, wo in schwach Wasserstoffsuperoxyd- oder Nitrit-haltigen Flüssigkeiten organische Substanzen vorhanden sind, welche die Bläuung des Jodkaliumstärkekleisters verhindern. Die Nitrite unterscheiden sich vom Wasserstoffsuperoxyde gegenüber der entbläuten Indigotinctur dadurch, dass sie schon ohne Zusatz von Eisenvitriol deutliche Bläuung geben.

Nun aber gehe ich zu demjenigen Bestandtheile über, dem ich seit einigen Jahren meine besondere Aufmerksamkeit geschenkt habe. Ich rede aber nicht von dem längst bekannten qualitativen Nachweise, welcher mit keinen Schwierigkeiten verknüpft ist, sondern von der quantitativen Bestimmung. Was die Herkunft der Salpetersäure in den atmosphärischen Niederschlägen anbetrifft, so ist dieselbe das Product der vollendeten Oxydation des Stickstoffs; sie ist entstanden entweder aus dem Fäulnissproducte Ammoniak oder aus dem Stickstoffe organischer Substanzen oder auch aus dem atmosphärischen freien Stickstoffe durch Einwirkung des

durch mancherlei Einflüsse, namentlich durch die atmosphärische Electricität gebildeten Ozons. Wie ich früher schon erinnert habe, geht neben der Bildung des Ozons diejenige des Antozons einher, neben den Oxydationen durch Ozon, neben der Bildung von salpetriger Säure und Salpetersäure, geschieht stets auch die Oxydation durch Antozon, die Bildung des Wasserstoffsuperoxyds. Dieses ist aber noch labiler wie die Salpetersäure, wenigstens unter gewissen Umständen, wenn zum Beispiele die Salpetersäure nicht frei, sondern als Nitrat vorhanden ist. Wir treffen desshalb Nitrat in jedem atmosphärischen Niederschlage in weit erheblicherer Menge als Wasserstoffsuperoxyd an. Zu ihrer quantitativen Bestimmung wendete ich nun die von mir in der vorigen Abhandlung beschriebene verbesserte Marx'sche Methode an. Es wurden meist 100 CC. Wassers zur Titration angewendet, bei Mangel an demselben oft nur 50 CC. Wasserstoffsuperoxyd stört, abgesehen von seiner überaus geringen spurenhaften Menge, diese Methode nicht, denn Indigoschwefelsäurelösung wird selbst durch concentrirtes Wasserstoffsuperoxyd nur allmälig, rascher erst unter dem Einflusse eines Eisenoxydulsalzes zerstört, ein wesentlicher Unterschied zwischen Wasserstoffsuperoxyd und Salpetersäure oder Nitrat.

Es folgen nun die von mir erhaltenen Resultate der Bestimmung der Salpersäuremenge im Regenwasser und Schnee, welche ich seit October 1870 regelmässig ausgeführt habe. Ich habe 98 Niederschläge untersucht. Die atmosphärischen Niederschläge wurden durch Herrn Krieger, Gärtner des botanischen Gartens, im Ombrometer des botanischen Gartens aufgefangen und durch diesen Herrn je um 1 Uhr Nachmittags mir zugestellt. Regenwasser vom 11. October zum Beispiele bedeutet solches, welches vom 10. October Nachmittags 1 Uhr

bis 11. October ebenfalls 1 Uhr Nachmittags, also während 24 Stunden, gefallen ist. Ich sage Herrn Krieger hiemit nochmals meinen Dank. Derselbe hat die Messungen der Regenmenge und des geschmolzenen Schnee's ausgeführt. Herrn Rathsherrn Peter Merian spreche ich ebenfalls für die freundliche Erlaubniss der Einsichtnahme in dessen meteorologische Tabellen meinen Dank aus.

Gehalt der atmosphärischen Niederschläge an Salpetersäure während der Monate October bis und mit December 1870 und Januar bis Juni 1871.

Nro.	Datum.	Art des Niederschlags und Menge desselben.	Gehalt eines Liters Regen oder geschmolzenen Schnee an wasserfreier Salpetersäure.	Gehalt eines Liters Regen oder geschmolzenen Schnee an Ammonnitrat.
	I. Monat.		Gramme.	Gramme.
—	9. October	7.3 mm. Regen	—	—
1	11. "	4 " "	0.0136	0.0201
2	13. "	2.2 " "	0.0013	0.0019
3	14. "	9.8 " "	Spuren	Spuren
4	16. "	16.7 " "	0.0005	0.0007
5	18. "	4.8 " "	0.0010	0.0015
6	20. "	4.4 " "	0.0007	0.0010
7	22. "	1.2 " "	Spuren	Spuren
8	24. "	5.1 " "	Spuren	Spuren
9	25. "	3.1 " "	0.0008	0.0012
10	26. "	20.2 " "	0.0007	0.0010
11	27. "	2.5 " "	0.0005	0.0007
12	28. "	3.5 " "	0.0005	0.0007
13	29. "	7.6 " "	0.0012	0.0018
14	30. "	8.4 " "	0.0005	0.0007
—	31. "	0.4 " "	—	—
	II. Monat.			
15	1. November	14.6 " "	0.0005	0.0007
16	2. "	2.9 " "	0.0005	0.0007
17	14. "	3.4 " "	0.0010	0.0014
—	15. "	1.7 " "	—	—
18	16. "	25.2 " "	0.0007	0.0010

			Gramme.	Gramme.
19	17. November	4.2 mm. Regen	0.0012	0.0018
20	19. ,,	2.5 ,, ,,	0.0012	0.0018
21	20. ,,	2.4 ,, ,, (Blätterfall)	0.0007	0.0010
22	21. ,,	24 ,, ,,	0.0007	0.0010
23	22. ,,	25 ,, ,,	0.0010	0.0014
24	23. ,,	5.8 ,, ,,	0.0007	0.0010
25	24. ,,	9.6 ,, ,,	0.0012	0.0018
—	27. ,,	2.2 ,, ,,	—	—
—	28. ,,	0.4 ,, ,,	—	—
	III. Monat.			
26	4. December	3.4 ,, Schnee	0.0007	0.0010
27	9. ,,	12.6 ,, ,,	0.0007	0.0010
28	13. ,,	4.9 ,, Regen	0.0007	0.0010
29	14. ,,	7.1 ,, ,,	0.0007	0.0010
—	15. ,,	15.8 ,, ,,	—	—
30	17. ,,	31.3 ,, ,,	0.0005	0.0007
31	18. ,,	4.7 ,, ,,	0.0015	0.0022
32	20. ,,	1.1 ,, ,,	0.0010	0.0015
33	21. ,,	6.1 ,, Schnee	0.0029	0.0043
34	22. ,,	1.3 ,, Regen	0.0004	0.0006
35	26. ,,	1.9 ,, Schnee	0.0042	0.0062
36	31. ,,	1 ,, ,,	0.0053	0.0078
	IV. Monat.			
—	1. Januar	0.3 ,, ,,	—	—
37	6. ,,	3.5 ,, ,,	0.0035	0.0052
38	8. ,,	2.2 ,, Regen	0.0053	0.0078
—	17. ,,	3.5 ,, ,,	—	—
39	18. ,,	14.6 ,, ,,	0.0037	0.0055
40	19. ,,	5.4 ,, beiderlei	0.0031	0.0046
41	20. ,,	3.9 ,, Schnee	0.0035	0.0052
—	22. ,,	4 ,, ,,	—	—
	V. Monat.			
42	4. Februar	3.7 ,, Regen	0.0044	0.0065
43	5. ,,	2.1 ,, ,,	0.0031	0.0046
—	8. ,,	6.9 ,, ,,	—	—
44	9. ,,	11 ,, ,,	0.0022	0.0032
45	10. ,,	1.8 ,, ,,	0.0025	0.0037
46	11. ,,	10.7 ,, Schnee	0.0026	0.0038
47	21. ,,	2.3 ,, Regen	0.0035	0.0052
	VI. Monat.			
48	2. März	1.1 ,, ,,	0.0050	0.0074
49	9. ,,	1.7 ,, ,,	0.0042	0.0062
50	11. ,,	1.6 ,, ,,	0.0046	0.0068
51	15. ,,	2.3 ,, ,,	0.0031	0.0046

			Gramme.	Gramme.
52	16. März	4.6 mm. Regen	0.0031	0.0046
53	17. „	13.7 „ Schnee	0.0026	0.0038
—	27. „	Cornus mascula in Blüthe.		
54	28. „	1.4 „ Schnee	0.0123	0.0182
55	30. „	1.1 „ „	0.0044	0.0065
	VII. Monat.			
56	2. April	2.9 „ Regen	0.0022	0.0032
57	4. „	1.3 „ „	0.0031	0.0046
58	5. „	7.9 „ „	0.0022	0.0032
59	10. „	11.4 „ „	0.0031	0.0046
60	11. „	2.7 „ „	0.0035	0.0052
61	13. „	0.7 „ „	0.0046	0.0068
		Kirsche (Prunus avium) in Blüthe.		
62	15. „	1.6 „ „	0.0022	0.0032
63	16. „	2.3 „ „	0.0031	0.0046
64	17. „	5.7 „ „	0.0026	0.0038
65	18. „	6.1 „ „	0.0026	0.0038
66	20. „	1.3 „ „	0.0035	0.0052
67	21. „	4.1 „ „	0.0039	0.0058
68	22. „	18 „ „	0.0031	0.0046
		Pyrus vulgaris (Birne) in Blüthe.		
69	23. „	3.3 „ „	0.0039	0.0058
70	24. „	4.1 „ „	0.0039	0.0058
		Pyrus malus in Blüthe kommend.		
71	27. „	4.2 „ „	0.0031	0.0046
72	28. „	17.8 „ „	0.0026	0.0038
73	30. „	12 „ „	0.0031	0.0046
	VIII. Monat.			
74	1. Mai	15.5 „ „	0.0022	0.0032
75	18. „	1 „ „	0.0100	0.0148
		am 21. Prunus avium, reife Kirschen. am 25. und 26. Hordeum vulgare, Wintergerste, in Blüthe.		
76	27. „	20 „ „	0.0048	0.0071
77	28. „	4.8 „ „	0.0044	0.0065
	IX. Monat.			
78	5. Juni	15.6 „ „	0.0040	0.0059
79	6. „	5.6 „ „	0.0044	0.0065
80	7. „	3.9 „ „	0.0031	0.0046
81	8. „	7.4 „ „	0.0030	0.0044
82	9. „	6.1 „ „	0.0035	0.0052
83	11. „	1.5 „ „	0.0062	0.0091
84	19. „	23.7 „ „	0.0040	0.0059
85	20. „	6.8 „ „	0.0026	0.0038
86	21. „	3.4 „ „	0.0048	0.0071
87	22. „	2.7 „ „	0.0035	0.0052
88	23. „	9.8 „ „	0.0026	0.0038

			Gramme.	Gramme.
89	24. Juni	1.4 mm. Regen	0.0023	0.0032
90	26. „	20 „ „	0.0031	0.0046
91	27. „	5.7 „ „	0.0035	0 0052
—	28. „	0 9 „ „	—	—

Einige frühere Bestimmungen von mir:

92	8. Februar 1870 Schnee	0.0020	0.0029
93	11./12. „ „ „	0.0017	0.0025
94	12. „ „ „	0 0020	0.0029
95	vor und bis zum 21. Febr. Schnee	0 0020	0.0029
96	21. Februar 1870 Schnee	0.0072	0.0106
97	21./22. „ „ „	0.0020	0 0029
98	4./5. März „ Regen	0 0016	0.0023

Es stellen sich die Minimal- und Maximalgehalte einer Million Theile der atmosphärischen Niederschläge an Salpetersäure (N^2O^5), respective Ammonnitrat ($N^2H^4O^3$), folgendermaassen heraus:

Monat 1870/71	Gesammtmenge der atmosphärischen Niederschläge	Minimum des Gehaltes einer Million Theile atmosphärischer Niederschläge an		Maximum des Gehaltes einer Million Theile atmosphärischer Niederschläge an	
		Salpetersäure	Ammonnitrat	Salpetersäure	Ammonnitrat
October 1870	101.2 mm.	Spur	Spur	13.6 Theile	20.1 Theile
November „	123 9 „	0.5 Theile	0.7 Theile	1.2 „	1.8 „
December „	91.2 „	0.4 „	0.6 „	5.3 „	7.8 „
Januar 1871	37.4 „	3.1 „	4.6 „	5.3 „	7.8 „
Februar „	38.5 „	2.2 „	3.2 „	4.4 „	6.5 „
März „	27.5 „	2.6 „	3.8 „	12.3 „	18.2 „
April „	107.4 „	2.2 „	3 2 „	4.6 „	6.8 „
Mai „	41.3 „	2.2 „	3.2 „	10 „	14.8 „
Juni „	114.5 „	2.3 „	3.2 „	6.2 „	9.1 „

Bei den 98 Bestimmungen des Salpetersäuregehaltes der atmosphärischen Niederschläge seit Februar 1870, welche ich jedoch erst seit October regelmässig ausgeführt habe, ergab sich:

als Minimalgehalt einer Million Theile: eine Spur von Salpetersäure, respective Ammonnitrat,

als Maximalgehalt einer Million Theile: 13.6 Theile

Salpetersäure, respective 20.1 Theile Ammonnitrat, worin 7.03 Theile Stickstoff enthalten sind.

Frühere Beobachter, nämlich Barral, Bobierre, Boussingault, Bineau und Knop fanden in einer Million Theile atmosphärischer Niederschläge 0.1 bis 16 Theile Salpetersäure.

Dass aber früher nicht mehr Bestimmungen des Gehaltes an Salpetersäure gemacht worden sind, rührt davon her, dass eben die genaue Bestimmung der Salpetersäure eine längere Arbeit erforderte. Liebig hat zuerst 1826 Ammonnitrat im Regenwasser nachgewiesen, während die ersten Beobachtungen über den Gehalt der atmosphärischen Niederschläge an salpetriger Säure von Schönbein, die ersten Beobachtungen hingegen über den Gehalt an Wasserstoffsuperoxyd von Meissner und Schönbein herrühren. Indem ich die verbesserte Marx'sche Methode als eine genaue empfehlen darf, kann nun allerorts, nicht nur da, wo chemische Laboratorien existiren, eine ziemlich vollständige schnelle Analyse der atmosphärischen Niederschläge ausgeführt werden. In einer halben Stunde schon oder in noch kürzerer Zeit kann dieselbe ausgeführt sein. Ein Naturforscher kann auf seinen Reisen, ein Alpenclubist auf seinen Bergbesteigungen ohne hindernden Aufenthalt die Untersuchung des Regens, Schneees, Eises, des Wassers von Seeen, Flüssen, Quellen u. s. w. auf Wasserstoffsuperoxyd, salpetrige Säure, Ammoniak und Salpetersäure, bei letzterer die quantitative Bestimmung ausführen. Wie ich in der vorigen Abhandlung zur Untersuchung der ökonomisch verwendeten Wasser 6 Operationen vorgeschlagen habe, um über deren sanitarischen Werth in's Klare zu kommen, so möchte ich nun für eine Statistik der atmosphärischen Wasser folgende Operationen ebenso einfacher Art vorschlagen.

1) Nachweis des Wasserstoffsuperoxyds nach Schönbein mit Guajaktinctur und Eisenvitriol, welche Reaction sofort auszuführen ist oder mindestens innerhalb der ersten Stunden,

2) Nachweis der salpetrigen Säure nach Schönbein mit Jodkaliumstärkekleister, in angesäuerter Flüssigkeit, welche Reaction sofort oder baldigst zu geschehen hat,

3) Nachweis des Ammoniaks, respective der Ammonsalze, mit Sublimat- und Kali- oder Kalicarbonatlösung, welche Reaction möglichst bald auszuführen ist,

4) Titration der Salpetersäure mit Indigolösung.

Bei mehr als Spuren von Nitrit kann auch dessen Menge mit Hülfe von Permanganatlösung, deren Gehalt bekannt ist, bei Anwesenheit von Schwefelsäure, in bekannter Weise bestimmt werden. Etwaige organische Substanzen können nach den gewöhnlichen Verfahren nachgewiesen werden. Den suspendirten organisirten Theilen ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Nun aber noch einige wenige Worte über die Bedeutung der verschiedenen in den atmosphärischen Niederschlägen und in der Luft enthaltenen Stickstoffverbindungen für die Pflanzenwelt. Bekanntlich sind für die Aneignung der organischen Stoffe durch die Pflanze anorganische Materialien nöthig und die stickstoffhaltigen organischen Stoffe, welche für die Bestandtheile des Protoplasmas der Zellen unentbehrlich sind, können in der Pflanze aus stickstoffhaltigen unorganischen Stoffen und aus stickstofffreien organischen Stoffen entstehen. Boussingault hat zuerst den Satz aufgestellt: die Pflanzen sind darauf angewiesen, sich ihren Stickstoff in gebundener Form anzueignen. Lawes, Gilbert und Pugh bestätigten dieses Resultat. Als mögliche Quellen des Stickstoffs haben wir zunächst Ammoniak, Nitrate und

wohl auch Nitrite. Die in einem bis dahin vegetationslosen und also völlig unorganischen Boden wurzelnde Pflanze erhält ihren Stickstoff erstens durch die atmosphärischen Niederschläge als Ammonnitrat und Ammonnitrit, sowie durch das Ammoniak der Atmosphäre, zweitens durch die im Boden festgehaltenen Mengen Ammonnitrat und Ammonnitrit früherer Niederschläge, drittens durch die fortwährend im Boden erst erzeugten Mengen Ammoniak und Nitrite und Nitrate. Ganz besondere Aufmerksamkeit verdient die von Schönbein ermittelte Bildung von Ammonnitrit beim langsamen Verdampfen des Wassers. Hierüber hoffe ich später Mittheilung machen zu können. Was die Menge des durch atmosphärische Quellen gelieferten Stickstoffs anbetrifft, so kommen wir auf keine grossen Ziffern. Noch unermittelt ist, ob der Verdampfungsprozess des Wassers an der Erdoberfläche oder ob die directe Oxydation des atmosphärischen (und des im Ammoniak enthaltenen) Stickstoffs eine grössere Menge von Salpetersäure liefert. Ich hoffe auch für die Lösung dieser Frage durch die leichte Bestimmungsmethode der Salpetersäure etwas beitragen zu können. Es ist auch noch nicht genügend das Verhältniss zwischen dem Ammon- und Salpetersäuregehalte der Atmosphäre festgestellt.

Ueber die verschiedenartigen atmosphärischen Niederschläge hoffe ich später noch weitere Mittheilungen machen zu können, namentlich wünschte ich auch bei Ausflügen in die Alpenwelt Versuche, zum Beispiele auf den Schnee- und Eisfeldern, anstellen zu können. Ich hoffe, dass sich recht viele Freunde der Naturforschung zu solchen Versuchen in der Gletscherwelt oder zur Herbeischaffung des Materiales finden werden. Vielleicht gelingt es mir noch, die einzig etwas lästige Schwefelsäure durch eine andere geeignetere Säure ersetzen zu

können. In einem kleinen, kaum zwei Liter fassenden Kästchen finden alle Chemikalien Platz, welche zu den verschiedenen genannten Untersuchungen und zwar zu einer Reihe von Versuchen nöthig sind.

III.

Notiz für solche, welche sich der verbesserten Marx'schen Methode zur Bestimmung der Salpetersäure entweder schon bedient haben oder bedienen wollen.

Von

Prof. Friedrich Goppelsrœder.

Auf einen Punkt muss ich, veranlasst durch Nachfragen, welche mir gerade während des Druckes dieser Abhandlung zugekommen sind, nochmals ganz besonders aufmerksam machen, obgleich schon Hr. Prof. Marx in seiner Abhandlung „über die Bestimmung der Salpetersäure in Brunnenwassern“, siehe zum Beispiele Zeitschrift für analytische Chemie von R. Fresenius, VII. Jahrgang 1868, S. 412, denselben genügend hervorgehoben hat. Es heisst dort: „Mehr als 5—6 Milligramme „Salpetersäure sollen nicht zugegen sein, weil sonst die „Flüssigkeit durch die Oxydationsprodukte des Indigo's „zu stark gefärbt wird, so dass die Endreaction dadurch „an Schärfe verliert.“

Bei atmosphärischem Wasser hat man, bei Anwendung von 100 CC. zur Titration, noch lange nicht diesen Gehalt an Salpetersäure, bei guten Quellwassern oder reinem Grundwasser auch nicht, aber bei inficirtem

Quell- und Grundwasser. Enthält ein solches, wie z. B. manches Sodwasser Basels, in 100 Cubikcentimetern 40 Milligramme Salpetersäure, so stellt sich erwähnter Uebelstand unfehlbar ein. In einem solchen Falle verdünnt man zum Beispiele 100 CC. des Wassers auf 1 Liter mit Hülfe von destillirtem Wasser. Enthält dieses nur Spuren von Ammonnitrat, so fallen dieselben nicht in Betracht, enthält es aber mehr davon, so muss der Gehalt desselben an Salpetersäure, respective Nitrat, vor der Anwendung bestimmt worden sein und nach der Titration von 100 CC. des damit verdünnten Sodwassers muss dieser Gehalt in Rechnung gezogen werden.

Die Methode lässt sich also nicht nur bei den an Salpetersäure armen atmosphärischen Niederschlägen, sondern auch bei jedem noch so salpetersäurereichen Wasser anwenden, vorausgesetzt, dass dieses gehörig verdünnt worden war. Zehnfache Verdünnung mag fast immer ausreichen.

PHYSIK.

Ueber Polarisation und Farbe des von der Atmosphäre reflectierten Lichtes.

Von

Prof. Eduard Hagenbach.

Schon im Jahre 1811 wurde die Polarisation des von der Atmosphäre reflectierten Lichtes durch Arago entdeckt, und seither sind von diesem, von Brewster, Babinet, Wheatstone und mehrern andern Forschern mannigfache Beobachtungen über die Stärke der Polarisation und die Lage der Polarisationsebene des Himmelslichtes angestellt worden. Die Polarisation ist am stärksten in den Gegenden des Himmels, die 90° von der Sonne abstehen, und die Polarisationsebene geht, einige Ausnahmen in der Nähe der Sonne und ihres Gegenpunktes abgerechnet, durch die Sonne und das Auge des Beobachters. Ich vermuthete nun, man müsse die Polarisation des von der Atmosphäre reflectierten Lichtes nicht nur da bemerken, wo wir direct nach dem offenen blauen Himmel sehen, sondern ebenso gut auch da, wo zwischen unserm Auge und einem fernen dunklen Gegenstande (einem waldigen Berg, einem dunklen Fels u. a. m.) eine mehr oder weniger tiefe Luftmasse liegt.

Bekanntlich sieht man bei hellem Sonnenschein ferne Berge in einem bläulichen Dufte, der das Sonnenlicht zu-

rückwirft. Das von solchem Dufte reflectierte Licht zeigt nun ganz die gleiche Polarisation wie das vom offenen Himmel uns zukommende Licht. Mannigfach wiederholte Beobachtungen, die ich besonders am Luzernersee anstellte, wo die dunklen Berge coulissenartig in sehr verschiedenen Abständen vom Beschauer sich befinden, haben mich von dieser Thatsache überzeugt. Wenn der dunkle Wald nur wenige tausend Fuss abstand, konnte schon deutlich die Polarisation mit Nicol und Quarzplatte nachgewiesen werden; je weiter der dunkle Berg vom Auge entfernt war, d. h. je tiefer die Luftschicht war, die denselben von dem Auge trennte, um so deutlicher war die Polarisation zu bemerken. Auch hier zeigte sich natürlich die Stärke der Polarisation an den Stellen, die circa 90° von der Sonne abstanden, in ihrem Maximum. Dieses von dem Dufte reflectierte Licht, viel weniger als die unvollkommene Durchsichtigkeit der Luft ist bekanntlich die Ursache, dass man oft bei ganz klarem Himmel ferne Berge nur sehr undeutlich oder auch gar nicht sieht. Dass in solchen Fällen der Gebrauch eines Fernrohrs dem Missstande nicht abhilft, ist ebenso bekannt als leicht erklärlich.

Der Umstand nun, dass das vom Duft kommende Licht theilweise, unter Umständen sogar in hohem Grade polarisiert ist, liess mich vermuthen, man müsse durch ein passend vor das Auge gestelltes Nicol ferne in den erwähnten Duft gehüllte Berge deutlicher sehen können, indem man hier das störende von der Luft reflectierte Licht abblendet, ähnlich wie diess schon im Jahre 1835 Arago für das Abblenden des von der Wasseroberfläche reflectierten Lichtes beim Aufsuchen der Meeresklippen vorgeschlagen hat. Diese Vermuthung haben mannigfache von mir angestellte Beobachtungen vollkommen bestätigt. Man kann den Einfluss schon sehr deutlich be-

merken beim Sehen mit blossem Auge. Zu diesem Zweck bringt man das Nicol vor das Auge und dreht so lange, bis das Gesichtsfeld am dunkelsten ist. Die Verdunklung rührt nicht von einer Verminderung des von dem beobachteten Gegenstande herkommenden Lichtes her, da dasselbe nicht polarisiert ist, sondern von dem Abblenden des Duftlichtes, in Folge dessen der Gegenstand im Hintergrund viel deutlicher sich zeigt; Contouren von Bergen zum Beispiel, die ohne Nicol gar nicht oder nur ganz verschwommen zu sehen sind, treten unter solchen Umständen deutlich und scharf hervor. Bei Bergtouren pflege ich seit einiger Zeit ein Nicol'sches Prisma mit mir zu führen, und ich habe schon häufig mich vom Vortheil desselben beim Betrachten der Aussichten überzeugt und auch Andern denselben gezeigt. Besonders beim Betrachten der Alpenkette vom Jura aus leistet dasselbe wesentliche Dienste.

Noch deutlicher treten die Vortheile hervor, wenn man das Nicol mit einem Fernrohr verbindet; man kann dasselbe einfach vor das Fernrohr halten; doch ist dann das Einstellen unbequem und das Gesichtsfeld wird auf eine unangenehme Weise reduciert; man thut daher besser, wenn man bei einem Huyghens'schen Oculare das Nicol zwischen das Feldglas und das Augenglas bringt. Durch eine solche Verbindung des Nicols mit dem Fernrohr habe ich sehr wesentliche Vortheile beim Beobachten ferner Berge erzielt. So war es mir z. B. möglich, von St. Chrischona, einem Aussichtspunkt in der Nähe von Basel, aus, am Eiger im Berneroberland mit Hülfe des Nicols ganz deutlich die Umrisse des Berges und die einzelnen Schneeabhänge zu sehen, während ohne Nicol die Alpen kaum zu erkennen waren. Aehnliche Resultate habe ich erhalten beim Beobachten der Berge des Jura von Basel aus und der Berge des Vier-

waldstättersee's von Luzern aus. Man gewinnt durch die bezeichnete Vorrichtung hauptsächlich an Schärfe der Umrisse und an Deutlichkeit der Details; wesshalb sich der Vortheil ganz besonders bei der Beobachtung von Bergen mit mannigfach gestalteten Felsvorsprüngen, mit Schneefeldern u. s. w. zeigt; auch die Bäume an den Berghalden heben sich in viel deutlicherer Zeichnung ab. Es ist nur noch als etwas Selbstverständliches beizufügen, dass nicht bei allen fernen Gegenständen dieser Vortheil des Nicols in gleicher Weise hervortritt; am meisten bei denen, welche circa 90° von der Sonne entfernt sind, und am wenigsten bei denen, welche der Sonne zu- oder von der Sonne abgekehrt sind.

Durch die erwähnten Versuche ist deutlich gezeigt, dass nicht der Mangel an Durchsichtigkeit der Luft in den vorliegenden Fällen das Sehen ferner Gegenstände verhindert; sondern dass der Duft, der das Sonnenlicht reflectiert, einem hellen Schleier ähnlich wirkt und das Auge so blendet, dass es die lichtschwachen Gegenstände im Hintergrunde nicht mehr wahrnimmt.

Es entsteht nun die Frage, was dieser Duft sei, oder deutlicher gesagt, an was für Körpern die Reflexion des störenden Lichtes stattfinde.

Es sind hier hauptsächlich drei Möglichkeiten vorhanden.

Es kann erstens die Reflexion stattfinden an festen Theilchen. Diese können z. B. Staub, Kohlenpartikelchen, Blüthenstaub, Infusorien u. a. m. sein, und die Ansicht, dass die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wesentlich von den in derselben suspendierten Theilchen organischen und unorganischen Ursprungs abhänge, ist von mehrern Seiten, besonders von A. de la Rive, hervorgehoben und durch sinnreiche Hypothesen unterstützt worden. Auch haben die bekannten in neuerer Zeit von

Tyndall über die Sonnenstäubchen angestellten Versuche zur Kenntniss des in der Atmosphäre suspendierten Staubes sehr wesentliche Beiträge geliefert. Allein wenn auch in manchen Fällen besonders in den untern Regionen der Atmosphäre oder in grossen Städten solche feste Theilchen die Luft trüben mögen; so ist diess über dem Meer, über See'n, Wäldern und Eisflächen doch wohl kaum der Fall.

Die festen, Licht reflectierenden Theilchen können ferner kleine Eiskrystalle sein; dass diese zuweilen in der Atmosphäre schwebend vorkommen, ist aus den Nebensonnen und dem grossen Hof um Sonne und Mond zu ersehen; wenn diese optische Erscheinung sich zeigt, so hat bekanntlich der ganze Himmel ein eigenthümlich blaugraues Aussehen, das so charakteristisch ist, dass ein geübtes Auge schon daraus auf das Vorhandensein von Nebensonnen oder einem grossen Hofe schliessen kann, bevor es nach Sonne oder Mond sich richtet. Solche Eiskrystalle sind jedenfalls kein regelmässiger Bestandtheil der Atmosphäre und können wohl nicht die Ursache des Duftes an heissen Tagen sein.

Es kann die Reflexion zweitens stattfinden an flüssigen Theilchen, d. h. an den in der Luft schwebenden Wasserbläschen. Dass solche Nebel oft die Atmosphäre trüben in allen möglichen Abstufungen, ist allbekannt; auch hindern sie ohne Zweifel häufig das Sehen ferner Gegenstände. Allein die Nebel unterscheiden sich durch ein mehr weissliches oder grauliches Aussehen gegenüber der bläulichen Farbe des Duftes; die Nebel sind local mehr beschränkt und bedecken z. B. nur einzelne Partieen der Alpenkette, während andere davon frei sind; auch kömmt den Nebeln im Allgemeinen nicht die Gleichförmigkeit zu, welche dem atmosphärischen Dufte eigen ist; die grössere Veränderlichkeit und Beweglichkeit derselben, mit der sie oft innerhalb einer kurzen Zeit kom-

men und vergehen. kann auch noch erwähnt werden, so wie ihre oft scharfe Abgrenzung gegenüber dem blauen Himmel.

Wir wagen es desshalb, die Ansicht auszusprechen, dass der atmosphärische Duft wesentlich bedingt werde durch eine dritte Art der Reflexion, nämlich die Reflexion an der Luft selbst; eine Ansicht, die auch schon von Andern, z. B. vom Maréchal Vaillant aufgestellt worden ist.

Die Atmosphäre darf nicht aufgefasst werden als ein Medium von gleichförmiger Dichtigkeit, sondern sie ist ein inniges Gemenge von Lufttheilen, die durch Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede verschiedene Dichtigkeit besitzen, so dass jede Linie, die wir durch die Luft ziehen, eine Unmasse verschieden geneigter Grenzflächen von Luftmengen verschiedener Dichtigkeit durchschneidet. Winde und aufsteigender Luftstrom tragen wesentlich dazu bei, das Untereinandermengen an einem fort zu erneuern. Verschiedene Erscheinungen, insbesondere das Funkeln der Sterne und das wellenförmige Zittern der Umrisse ferner Gegenstände geben uns von diesem ungleichförmigen Zustande der Luft Kenntniss. Da nun nach den bekannten Gesetzen der Lichtreflexion an jeder Grenzfläche von Luft verschiedener Dichtigkeit Reflexion stattfinden muss, so wird eine solche ungleichförmige Luft Licht nach allen Seiten zerstreuen und die Wirkung eines blendenden Schleiers ausüben. Für diese Annahme, dass bei dem atmosphärischen Dufte der heissen Sommertage die Ungleichförmigkeit der Luft wesentlich mitbetheiligt sei, sprechen noch folgende Gründe:

Wenn am Tage ferne Gegenstände deutlich sichtbar sind, das heisst, wenn kein Duft auf den Bergen liegt, so ist auch des Nachts das Funkeln der Sterne kaum

merklich; die schönen warmen Tage zu Anfang Juli 1870 lieferten hiefür schlagende Beweise.

Umgekehrt ist des Nachts das Funkeln der Sterne sehr deutlich, wenn am Tage die Berge in Duft gehüllt sind; an solchen Tagen ist dann auch die zitternde Bewegung der Contouren ferner Gegenstände sehr stark sichtbar.

Für die ausgesprochene Ansicht spricht ferner der Umstand, dass die Beförderung des aufsteigenden Luftstromes in der heissen Tageszeit die Bildung des Duftes nach sich zieht. Des Morgens und Abends, wenn die Luft mehr gleichförmig ist, sind die fernen Berge mit scharfen Umrissen deutlich zu sehen; zur Mittagszeit, wenn die warme Luft von der durch die Sonne beschienenen Erde in starkem Strome aufsteigt, verschwinden sie im Duft. Dass in solchen Fällen der Duft ein feiner Nebel sei, und dass die Wasserbläschen gerade in der heissen Tageszeit sich bilden und am Abend wieder verschwinden, ist jedenfalls sehr wenig wahrscheinlich.

Wenn nun aber die Reflexion an Luft mithilft, das vom atmosphärischen Duft reflectierte Licht zu erklären, so entsteht von selbst die Frage, ob die gleiche Reflexion bei dem vom offenen blauen Himmel uns zukommenden Lichte nicht wesentlich mitwirke; und wir tragen kein Bedenken, diese Frage bejahend zu entscheiden. Allerdings haben die schönen Versuche von Tyndall über die Bildung blauer Nebel in Röhren und die Polarisation des von ihnen zurückgeworfenen Lichtes derjenigen Ansicht neue Stütze gegeben, welche das Licht der Atmosphäre durch feste und flüssige Partikelchen reflectieren lässt. Allein desshalb lohnt es sich doch zu untersuchen, ob nicht eine andere Annahme ebenso gut die Art der Polarisation und die Farbe erklären kann.

Der Umstand, dass das Maximum der Polarisation in dem Abstand von circa 90° von der Sonne stattfindet,

lässt die Vermuthung aufkommen, dass dieselbe hervorgebracht sei durch die Reflexion an der Grenzfläche zweier Medien, deren Berechnungsindices nur um weniges aus einander liegen; und diess gilt für die Reflexion an Luft von verschiedener Temperatur. Was nun ferner die blaue Farbe betrifft, so lässt sich dieselbe nach der von Brücke ausgeführten Theorie auf die Farbe trüber Medien zurückführen; indem die bekannten Fresnel'schen Reflexionsformeln uns lehren, dass bei der Reflexion an Körpern, welche das Licht nach der gewöhnlichen Reihenfolge zerstreuen, die mehr brechbaren Strahlen im reflectierten und die weniger brechbaren Strahlen im durchgegangenen Lichte vorherrschen müssen, und dass diese Erscheinung besonders bei einer mannigfach wiederholten Reflexion merklich auftritt. Da man nun seit den sorgfältigen Versuchen von Ed. Ketteler weiss, dass die gasförmigen Körper und insbesondere die Luft so gut wie Glas und Wasser das Licht dispergieren, so ist sicher, dass mehrfach von Luft reflectiertes Licht ebenso gut eine bläuliche Farbe zeigen muss als solches, das eine mehrfache Reflexion an Wasser erlitten hat. Von diesem Entstehen der blauen Farbe durch Reflexion an Luft suchte ich auch direct durch einen Versuch mich zu überzeugen. Es ist einleuchtend, dass hier so gut wie bei der Reflexion an Glas und Wasser die totale Reflexion diesen Umstand am deutlichsten zeigen muss. Ich wandte desshalb meine Aufmerksamkeit auf die Luftspiegelung, die eintritt, wenn in einem heissen Sommer die Sonne längere Zeit auf die dunklen Steinplatten einer Mauer fällt. Der warme Sommer des Jahres 1870 bot mir die Gelegenheit, Ende Juli und Anfangs August solche Versuche an einer von der Sonne beschienenen Mauer bei Luzern anzustellen. Die Versuche ergaben dabei, dass totale Reflexion statt-

fand bis zu einem Grenzwinkel des Strahles mit der reflectierenden Fläche von 8 Minuten; ein Winkel, der erklärt wird, wenn wir annehmen, dass die Temperatur der Luft unmittelbar über der Mauer 33° C. und die weiter oben 30° C. war. Als Beobachtungsgegenstand diente ein aufrechtstehendes weisses Papier. Wenn man bei einer solchen Beobachtung mit dem Auge von oben herunterkommt und sich langsam der Mauer nähert, so ist deutlich zu bemerken, dass das von der warmen Luft auf der Mauer reflectierte Bild zuerst etwas b l ä u l i c h ist; d. h. also die blauen Strahlen gelangen zuerst in Folge der totalen Reflexion in's Auge und sind im reflectierten Lichte vorherrschend. Will man diese bläuliche Nuance deutlich sehen, so darf das als Object dienende Papier nicht zu stark beleuchtet sein; auch ist es zweckmässig, wenn man es so einrichtet, dass der beobachtete Papierstreifen noch durch einen kleinen etwas dunklen Zwischenraum von der Mauer getrennt wird, damit bei der Beobachtung Gegenstand und Bild nicht unmittelbar an einander stossen.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dass die Erscheinung der Polarisation so wie der blauen Farbe des Himmelslichtes ihre Erklärung finden können, wenn man die Reflexion an der Luft als Ursache annimmt. Diese Auffassung hat den andern gegenüber den grossen Vorzug, dass man dabei gar nichts Fremdartiges in der Atmosphäre anzunehmen hat. Allerdings sind die Wasserbläschen so häufig in unserm Dunstkreis, dass man sie nicht als etwas Fremdartiges wird gelten lassen; allein es scheint mir doch eine etwas unnatürliche Annahme, dass die Atmosphäre überall, über der heissen trockenen Wüste so gut als über dem Ocean und den Eisfeldern, im Sommer wie im Winter, in allen möglichen Höhen und zu allen Zeiten gleichförmig vertheilte

Wasserbläschen haben soll. Dass diese letztern bei dem Aussehen des Himmels auch eine grosse Rolle spielen, ist selbstverständlich, allein sie scheinen mir mehr das zu sein, was das reine Blau in mannigfacher Weise modificiert, als was diese gleichförmige Grundfarbe erzeugt. — Dass die wechselnde Stärke der blauen Nuance auf Unterschiede in der Vermengung verschieden warmer und verschieden feuchter Luft zurückzuführen sei, dass somit aufsteigender Luftstrom, Temperatur und Winde das Blau modificieren werden, ist nach Obigem einleuchtend; es wird sich vielleicht später eine Gelegenheit bieten, diesen Punkt etwas näher auszuführen.

Nachschrift.

Als obige Mittheilung schon im Druck war, kam mir die neue Auflage des Buches von Tyndall über die Wärme zu Gesicht. Daraus ersah ich, dass dieser geniale englische Forscher über die Polarisation des von dem „Dufte“ reflectierten Lichtes und über das Abblenden desselben durch ein Nicol'sches Prisma schon vor einiger Zeit sehr interessante Beobachtungen der Oeffentlichkeit übergeben hat. Der Umstand, dass ich am 12. August u. f. 1869 die Aussicht auf die Berge des Luzernersee's mit dem Nicol musterte, während Tyndall am 23. u. f. desselben Monats die in dieser Hinsicht gewiss noch viel geeignetere Aussicht auf die Walliserberge zum Gegenstand seiner Forschung machte, mag zeigen, dass die Beobachtungen des einen ganz unabhängig von denen des andern waren, was für die Richtigkeit der Thatsache nur sprechen kann.

Formel für barometrische Höhenmessung.

Von

Prof. Eduard Hagenbach.

Seitdem ich der naturforschenden Gesellschaft eine kleine Mittheilung gemacht habe, welche beabsichtigte, eine Barometerformel in möglichst übersichtlicher Form aus den zuverlässigsten physikalischen Constanten zu entwickeln, sind mir die sehr schätzenswerthen Schriften von C. M. Bauernfeind und R. Rühlmann[1]) über denselben Gegenstand zu Gesicht gekommen. Die erstere dieser Schriften war mir entgangen, die zweite war damals noch nicht publiciert. In denselben und besonders in der letztern ist das Wesentliche zu finden, was über Geschichte und Literatur der barometrischen Höhenmessungen, die Entwicklung der Formel, die Einführung und Berücksichtigung der verschiedenen Correctionen, die Ausführung der Messungen und Rechnungen und die Anwendung der Resultate der barometrischen Messungen auf die Meteorologie zu sagen ist. Die Publication des Folgenden könnte somit überflüssig erscheinen; ich gebe sie dennoch, da es vielleicht jemandem von Werth sein kann, das Wesentliche übersichtlich zusammengestellt zu finden, und da auch meine Rechnung in den Constanten kleine allerdings innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegende Abweichungen zeigt.

---

1) Richard Rühlmann: Die barometrischen Höhenmessungen, Leipzig bei A. Barth, 1870.

Der Druck der Atmosphäre auf die Einheit des Quadratcentimeters in einer Höhe von h Meter über dem Meeresniveau sei p Gramm.

Da es sich hier um die Messung einer absoluten Kraftgrösse handelt, so nehmen wir als Gramm das Gewicht eines Cubikcentimeters viergradigen Wassers bei der geographischen Breite von 45° auf Meereshöhe; das Gewicht eines Cubikcentimeters Wassers an einem andern Ort der Erde wird dann abhängen von der Aenderung der Schwerkraft mit der absoluten Höhe und der geographischen Breite.

Die Abnahme der Schwerkraft mit der Höhe wird, wenn r den Erdradius (6,378,150 Meter) bedeutet, erhalten durch Multiplication mit

$$1 - \frac{2h}{r},$$

wenn wir in freier Luft in die Höhe steigen, und durch

$$1 - \frac{5}{4} \cdot \frac{h}{r},$$ [1]

wenn wir auf einen höhern Punkt der Erde steigen und die Anziehung der dazwischen liegenden Schichten mit in Rechnung bringen.

Wir werden die zweite Formel gebrauchen, uns aber zugleich merken, dass, wenn der Berg steil in die Höhe steigt, $^5/_4$ etwas zu klein ist, und wir dann lieber $^3/_2$ oder gar $^7/_4$ setzen.

Die Aenderung der Schwerkraft mit der geographischen Breite berücksichtigen wir durch Multiplication mit $1 - 0.0026257 \cdot \cos 2\psi$, wo ψ die geographische Breite bedeutet.

Es ist somit das Gewicht eines Cubikcentimeters viergradiges Wasser:

---

[1]) Poisson, Traité de mécanique, 2. édit., I, pag. 496.

$$\left(1-\frac{5}{4}\cdot\frac{h}{r}\right)\cdot(1-0.0026257\ \ \cos 2\psi).$$

Wird, wie es auch geschieht, das Gramm als das Gewicht des Cubikcentimeters Wasser in Paris definiert, so muss hier schon die Correction gemacht werden, die von der Zurückführung der Schwere in Paris auf die bei 45⁰ herrührt; bei unserer Definition haben wir diese Correction erst später anzubringen. In der Schlussformel kommt es auf das Gleiche hinaus.

Wenn wir nun von der Höhe h uns zu der Höhe $h+dh$ erheben, so nimmt der Druck um das Gewicht einer Luftsäule ab, welche einen Quadratcentimeter zur Basis und dh Meter oder $100 . dh$ Centimeter zur Höhe hat. Wir haben desshalb die Gleichung:

$$\text{I. } dp = -\left(1-\frac{5}{4}\cdot\frac{h}{r}\right)\cdot(1-0.002657\cdot\cos 2\psi)\cdot\varrho\cdot 100\cdot dh,$$

wo ϱ das specifische Gewicht der betreffenden Luftschicht bezogen auf viergradiges Wasser bedeutet.

In Folge des Mariotte'schen Gesetzes haben wir ferner:

$$\text{II.} \qquad \frac{\varrho}{\varrho_0}=\frac{p}{p_0},$$

wo ϱ_0 und p_0 zwei zusammengehörige Werthe von specifischem Gewicht der Luft und Druck derselben bedeuten.

Führen wir den Werth von ϱ aus Gleichung II in Gleichung I ein, so erhalten wir:

$$\text{III. } \frac{dp}{p}=-\left(1-\frac{5}{4}\cdot\frac{h}{r}\right)\cdot(1-0.00263\cdot\cos 2\psi)\cdot\frac{100\varrho_0}{p_0}\cdot dh;$$

und, wenn wir einstweilen ϱ_0 als constant betrachten und integrieren:

$$\lg p=\left(-\frac{100.\varrho_0}{p_0}\cdot h+\frac{100\varrho_0}{p_0}\cdot\frac{5}{4}\cdot\frac{h^2}{2r}\right)\cdot(1-0.00263.\cos 2\psi)+C;$$

dieselbe Gleichung gilt auch für eine zweite höhere Sta-

tion von der Höhe H, wo dann der Druck P gegeben wird durch die Gleichung:

$$\lg P = \left(-\frac{100\,\varrho_0}{p_0}\cdot H + \frac{100\,\varrho_0}{p_0}\cdot\frac{5}{4}\cdot\frac{H^2}{2r}\right)\cdot(1-0.00263\cdot\cos 2\psi)+C;$$

wird diese Gleichung von obiger subtrahiert, so entsteht:

$$\text{IV.}\quad H-h=\frac{p^0}{100.\varrho_0}\cdot\log\frac{p}{P}\cdot(1+0.00263\cdot\cos 2\psi)+\frac{5}{8}\cdot\frac{H^2-h^2}{r},$$

indem wir den nur sehr wenig von 1 abweichenden, von der geographischen Breite abhängigen Factor bei dem letzten selbst nur sehr kleinen Gliede gleich 1 setzen.

Bedeuten b und B Millimeter die auf 0° reducierten Barometerstände an den beiden Stationen, und Q das specifische Gewicht des Quecksilbers, bezogen auf viergradiges Wasser, so haben wir:

$$p=\frac{b}{10}\cdot Q\cdot\left(1-\frac{5}{4}\cdot\frac{h}{r}\right)\cdot(1-0.00263\cdot\cos 2\,\psi)$$

$$\text{und}\quad P=\frac{B}{10}\cdot Q\cdot\left(1-\frac{5}{4}\cdot\frac{H}{r}\right)\cdot(1-0.00263\cdot\cos 2\,\psi);$$

$$\text{somit}\quad \frac{p}{P}=\frac{b}{B}\cdot\frac{1-\frac{5}{4}\frac{h}{r}}{1-\frac{5}{4}\frac{H}{r}}.$$

Die Grösse $\frac{5}{4}\cdot\frac{H}{r}$ ist selbst bei den höchsten Bergen, auf denen Vermessungen vorgenommen werden, nur etwa $^1/_{1000}$, so dass ihr Quadrat vernachlässigt werden kann, wir erhalten somit:

$$\text{V.}\qquad \log\frac{p}{P}=\log\frac{b}{B}+\frac{5}{4}\cdot\frac{H-h}{r}.$$

Wenn wir diesen Werth in Gleichung IV einführen, so erhalten wir:

$$\text{VI.}\quad H-h=\frac{\frac{p_0}{100.\varrho_0}}{1-\frac{5}{4}\cdot\frac{1}{r}\cdot\frac{p_0}{100.\varrho_0}}\cdot(1+0.00263.\cos 2\psi)\cdot\lg\frac{b}{B}$$

$$+\frac{\frac{5}{8}}{1-\frac{5}{4}\cdot\frac{1}{r}\frac{p_0}{\varrho_0}}\cdot\frac{H^2-h^2}{r},$$

indem wir es vernachlässigen, die schon sehr kleine Grösse $1-\frac{5}{4}\cdot\frac{1}{r}\cdot\frac{p_0}{100.\varrho_0}$ noch mit $1+0.00263.\cos 2\psi$, das wenig von 1 abweicht, zu multiplicieren.

Es handelt sich nun noch um die Einführung der Werthe für die Constanten.

ϱ_0 und p_0 sind zwei zusammengehörige Werthe von specifischem Gewicht der Luft und Druck. Am genausten ist dieses Verhältniss bestimmt worden durch Régnault[1]) in Paris. Er fand, wenn wir die von Lasch[2]) und Ritter[3]) angebrachten Correctionen berücksichtigen, das specifische Gewicht der trockenen kohlensäurefreien Luft von 0° unter dem Drucke von 760 Millimeter, bezogen auf viergradiges Wasser

0.00129322.

Da die Luft der Atmosphäre im Durchschnitt 0.000415 Volumentheile Kohlensäure enthält, deren specifisches Gewicht bezogen auf Luft gleich 1.529 ist, so haben wir statt obiger Zahl zu setzen:

$$\frac{0.00129322\cdot(1+0.000415\times 1.529)}{1.000415}=0.00129351.$$

Diess ist die Grösse ϱ_0 ohne Berücksichtigung der Temperatur und der Feuchtigkeit. Beide Grössen hängen von der Höhe h ab, und wenn uns das Gesetz der

---

[1]) Mém. de l'Acad. des Sciences XXI, pag. 138. 158.

[2]) Pogg. Ann. Ergänzungsband III, pag. 321.

[3]) Mém. de la Soc. de Phys. de Genève, XIII, pag. 361.

Abhängigkeit bekannt wäre, müssten wir die entsprechende Function vor der Integration in Gleichung III einführen. Da aber bekanntlich die Aenderung von Temperatur und Feuchtigkeit mit der Höhe je nach der geographischen Lage, den herrschenden Winden, der Tag- und Jahreszeit sehr mannigfach wechselt, und uns kein zuverlässiges allgemein gültiges Gesetz bekannt ist, so bleibt uns nichts übrig als für Temperatur und Feuchtigkeit die mittleren Werthe aus den an der oberen und unteren Station beobachteten Werthen zu nehmen.

Bedeutet t die Temperatur der unteren und T die der oberen Station, so erhalten wir die Correction in Folge der Temperatur, wenn wir die gefundene Zahl des specifischen Gewichts der Luft mit $1 + 0.00366 \cdot \left(\frac{t+T}{2}\right)$ dividieren.

Um die Correctur der Feuchtigkeit zu berechnen, nennen wir vorerst W den Procentgehalt der Luft an Wasser dem Gewichte nach; berücksichtigen wir ferner, dass 0.62 das specifische Gewicht des Wasserdampfes bezogen auf Luft ist, bezeichnen wir das specifische Gewicht der trockenen Luft mit ϱ, und das der feuchten mit ϱ_1, so haben wir:

$$\varrho_1 = \frac{100}{\frac{100-W}{\varrho} + \frac{W}{0.62 \cdot \varrho}} = \frac{\varrho}{1 + 0.00613 \cdot W}.$$

Beträgt nun die absolute Feuchtigkeit an der unteren und oberen Station f und F Millimeter Quecksilberdruck, so haben wir für den mittleren Procentgehalt an Wasser:

$$W = 62 \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{f}{b} + \frac{F}{B}\right),$$

und somit muss zur Anbringung der Correction der Feuchtigkeit die oben gefundene Zahl des specifischen Gewichtes der Luft noch mit der Grösse:

$$1 + 0.19 \cdot \left(\frac{f}{b} + \frac{F}{B}\right)$$

dividiert werden.

Es ist nun noch die Grösse p_0 zu ermitteln, das heisst der auf 1 Quadratcentimeter ausgeübte Druck einer Quecksilbersäule von 76 Centimeter ausgerechnet in Grammen nach obiger Definition. Nach dieser wiegt ein Cubikcentimeter reines viergradiges Wasser in Paris, das 60 Meter über dem Meere liegt und eine geographische Breite von 48° 50′ hat:

$$\left(1 - \frac{5}{4} \cdot \frac{60}{r}\right) \cdot (1 - 0.00263 \cdot \cos\, 2 \cdot 48^0\, 50') \text{ Gramm.}$$

Nehmen wir ferner für das specifische Gewicht des Quecksilbers bezogen auf viergradiges Wasser die von Régnault[1]) gefundene Zahl

$$13.59593,$$

so erhalten wir

$$p_0 = 1033.64 \text{ Gramm.}$$

Führen wir nun die gefundenen Werthe und Correctionen in obige Gleichung VI ein, und verwandeln wir den natürlichen Logarithmus in einen gemeinen, so erhalten wir die Schlussformel:

$$\text{VII. } H - h = 18428.8 \cdot \left(1 + 0.00183 \cdot (t + T)\right) \cdot \left[1 + 0.19 \cdot \left(\frac{f}{b} + \frac{F}{B}\right)\right] \cdot (1 + 0.00263 \cdot \cos 2\psi) \cdot \text{Log}\, \frac{b}{B} + 0.63 \cdot \frac{H^2 - h^2}{r}.$$

---

[1]) Mém. de l'Acad. des Sciences XXI, pag. 162.

In dieser Formel beziehen sich die kleinen Buchstaben auf die untere und die grossen auf die obere Station, und es bedeuten:

t und T die Temperaturen der Luft, gemessen in Celsiusgraden;

f und F die absoluten Feuchtigkeiten, gemessen in Millimetern Quecksilberdruck;

b und B die auf 0° reducierten Barometerstände, gemessen in Millimetern;

ψ die geographische Breite des Beobachtungsortes;

r den Erdradius gemessen in Metern (6,378,150).

Die Grösse $H - h$ wird in Metern erhalten.

Man berechnet sich zuerst $H - h$ vermittelst des ersten aus 5 Factoren bestehenden Gliedes; mit Hülfe der gefundenen Grösse und der Grösse h, die entweder bekannt ist oder angenähert aus b gefunden werden kann, berechnet man dann noch das kleine letzte Correctionsglied nach der Formel:

$$0.63 \cdot \frac{(H - h)\,(H - h + 2\,h)}{r}.$$

METEOROLOGIE.

Verschiedene gesammelte Notizen

von

Prof. Eduard Hagenbach.

Im Nachfolgenden gebe ich eine Zusammenstellung einiger sehr lückenhafter, verschiedene Erscheinungen aus dem Gebiete der Meteorologie betreffenden Beobachtungen; die wenigsten rühren von mir selbst her; ich entnehme sie zum grössten Theile sehr verdankenswerthen Mittheilungen, die mir von verschiedenen Seiten zugekommen sind.

Starker Hagel.

Am 31. Juli 1869 entlud sich über Basel ein starkes Gewitter mit einem Hagel, der in der Stadt sehr viele Fensterscheiben zerschlug und in der Umgebung viel an Feld- und Baumfrüchten schadete. Besonders hart mitgenommen ward das Laimenthal, indem die amtliche Schatzung des Hagelschadens für dasselbe nebst Gempen und Hochwald 241,000 Fr. betrug. Bei diesem Hagel war es weniger die grosse Zahl der Schlossen, als ihre aussergewöhnliche Grösse, die den Schaden anrichtete. Es fielen breite zackige Eisstücke, so gross wie Baumnüsse, mit einem weissen Kern von Haselnussgrösse. Es wird von einem Stück berichtet, das $8^1/_2$ Loth (133 Gramm) wog. Die grosse Wucht der Hagelkörner war auch aus dem Umstande zu ersehen, dass

an mehreren Orten nur runde Löcher aus den Fensterscheiben ohne weitere Zertrümmerung derselben herausgeschlagen wurden. — Im Museum an der Augustinergasse wurden sämmtliche Oberlichter der Gemäldegallerie sowie die Fenster an der Südwestseite gegen den Hof zertrümmert; dabei litten die gemalten Glasscheiben im Handzeichnungensaal grossen Schaden. — Die schönen Scheiben im Grossrathssaal, auf welche die Kantonswappen gemalt sind, haben arge Beschädigungen davon getragen.

Erdbeben.

Am 26. Februar 1870, Mittags 12 Uhr 20 Minuten, wurde an mehreren Punkten der Stadt Basel ein Erdstoss verspürt. Derselbe war mit einem dumpfen Getöse begleitet, das mit dem Rollen eines unterirdischen schnell dahinfahrenden Wagens verglichen wurde. — Von Laufenburg, Frick und Zofingen wurde von demselben auch berichtet.

Tags darauf, am 27. Februar, kurz nach 7 Uhr Morgens erfolgte ein zweiter Stoss.

Nordlichter.

13. Mai 1869. Abends zwischen 7 und 9 Uhr war in Basel ein Nordlicht zu sehen.

Hr. Telegraphist C. Heer sammelte einige Beobachtungen über die dabei eingetretenen Störungen in den Telegraphenleitungen.

Von sechszehn Telegraphenleitungen, die vom Basler Bureau ausgehen, waren sechs (Bregenz, Paris I, Paris II, Winterthur, Karlsruhe, Luzern) beinahe auf die Dauer von zwei Stunden dienstunfähig, während auf den übrigen, wo die Erdströme schwächer waren, dennoch correspondiert wurde.

Die Beobachtung der Galvanometernadel ergab folgende Ablenkungen:

Bregenz	26°	Winterthur	20°	Olten (direct)	11°
Paris I	20°	Karlsruhe	18°	Olten (indirect)	8°
Paris II	20°	Luzern	14°	St. Gallen	8°

(Der Leitungsdraht nach Bregenz hat einen Durchmesser von fünf, die andern Leitungen haben nur einen Durchmesser von drei Millimeter.)

Keinen merklichen Einfluss der Erdströme zeigten die Linien nach Zürich (direct), Zürich (indirect), Bern, Chaux-de-Fonds, Mülhausen, Badischer Bahnhof, Genf (unterbrochen).

5. April 1870. Ein Nordlicht bei Basel beobachtet vor und nach 8 Uhr durch Hrn. Prof. Bischoff-Burckhardt.

24. September 1870. Ein Nordlicht in Basel beobachtet Nachts halb 11 Uhr von Hrn. Rud. Höflinger und Hrn. Prof. Teichmüller.

21. October 1870. Ein Nordlicht in Basel beobachtet Abends 7¾ Uhr von Hrn. Dir. Theod. Hoffmann-Merian.

24. October 1870. Ein sehr starkes Nordlicht wurde Abends in Basel allgemein beobachtet. So ergab z. B. eine Nachfrage in der zweiten Classe der Gewerbeschule, dass ein Drittel der Schüler es gesehen hatte. Anfang etwa 6½ Uhr; am stärksten war es etwa nach 8 Uhr und nahm dann bis etwa um 9½ Uhr ab, wo es aufhörte. Die Telegraphenleitung Basel-Frankfurt war während zwei Stunden unbrauchbar. Die Linien Basel-Paris und Basel-Strassburg waren wegen des Krieges ausser Dienst, sonst hätte sich an denselben wohl auch die Wirkung gezeigt.

25. October 1870. Auch an diesem Abend war zwischen 8 und 9 Uhr wieder ein sehr starkes Nordlicht zu sehen, das ich unter andern auch selbst beobachtete. Der Himmel war etwas bedeckt und die Röthe schien durch den Nebel hindurch, so dass man von Strahlen nichts bemerken konnte. Hr. Prof. C. E. E. Hoffmann sah dieses Nordlicht in Darmstadt.

12. Februar 1871. Ein Nordlicht in Basel beobachtet Abends 8¾ Uhr durch die Herren Architekt Reber-Burckhardt, Prof. Schiess u. a. m.; in Arlesheim durch Hrn. Burckhardt-Alioth.

22. März 1871. Nach Aussage des Hrn. Telegraphisten Heer waren an diesem Tage Störungen durch Erdströme in den Drähten der Frankfurter- und Genferlinie schwach schon Nachmittags, stark und anhaltend Abends bemerkbar.

18. April 1871. Ein sehr schönes Nordlicht beobachtet in Basel von 8 Uhr 45 Min. bis 9 Uhr 5 Min. (Vergl. Basler Nachrichten vom 20. April 1871.) Nach einer durch Hrn. Theod. Hoffmann-Merian vermittelten Nachricht war an dem gleichen Tage in Atridaberg bei Norrköpping in Schweden ein ausserordentlich schönes Nordlicht mit Strahlengarben zu sehen.

Meteore.

Am 11. Januar 1870, Morgens 5 Uhr 47 Minuten wurde in Basel, wie mir Hr. H. Mieg berichtete, ein Meteor von der scheinbaren Grösse des Vollmondes mit blendend weissem Lichte gesehen, das von Nordwest nach Südost fiel und einen hellen Lichtstreifen hinter sich liess.

Meteorologische Optik.

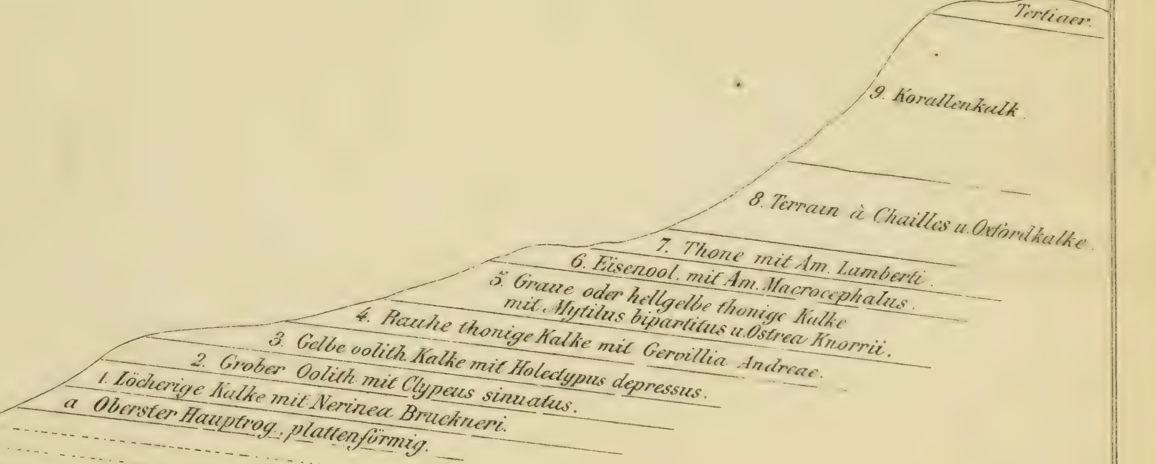
21. April 1870. Abends zwischen 5 und 6 Uhr grosser Hof um die Sonne.

1. November 1870. Abends 7¾ Uhr Mondregenbogen nach Aussage des Hrn. Rud. Höflinger.

29. März 1871. Abends 7 Uhr schöner kleiner Hof um den Mond. Folgende Farben waren von innen nach aussen sichtbar; weiss, gelb, roth, grün, roth.

---

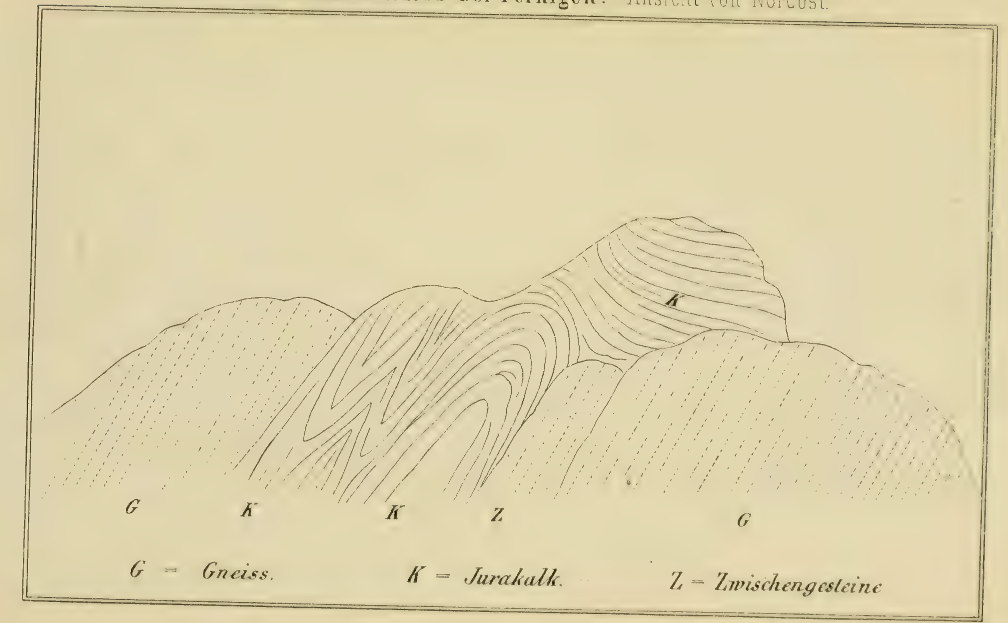
1. Eintheilung der Cornbrash-Schichten im Basler-Jura.



2.

EINLAGERUNG VON JURAKALK

im Gneiss des Maienthales bei Fernigen. Ansicht von Nordost.



Verhandlungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

BASEL.

Fünfter Theil. Viertes Heft.

Basel.
Schweighauserische Verlagsbuchhandlung.
1873.

Schweighauserische Buchdruckerei.

BOTANIK.

Die Flechten als Parasiten der Algen.

Von

S. Schwendener.

Dem Wunsche des Vorstandes unserer Gesellschaft entsprechend, habe ich es unternommen, dem in der Ueberschrift bezeichneten, in neuester Zeit viel besprochenen Thema auch an dieser Stelle eine kurze Erörterung zu widmen und die wichtigeren Ergebnisse der einschlägigen Untersuchungen darzulegen.

Die Flechten oder Lichenen werden von den meisten botanischen Schriftstellern der nachlinnéischen Periode bis zur Gegenwart als eine der Hauptabtheilungen der Kryptogamen betrachtet und demzufolge in den Pflanzensystemen als ebenbürtiges Glied neben Algen, Pilzen, Moosen u. s. w. aufgezählt. Sie haben, wie alle diese Klassen, ihre besondere und zwar eine sehr ansehnliche Specialliteratur, welche gerade in allerneuester Zeit durch eine Reihe werthvoller Schriften bereichert wurde. Ich erwähne, als Belege hiefür, nur die bedeutenderen Werke dieses Jahrhunderts. Nachdem schon im Jahr 1794 Hoffmann's „Enumeratio Lichenum iconibus et descriptionibus illustrata“ erschienen war, folgte 1810 das grosse Flechtenwerk von Acharius, die „Lichenographia universalis“, sodann 1814 die „Synopsis methodica Lichenum“ des nämlichen Verfassers, 1825 die Untersuchungen von G. F. W. Meyer

über „Entwicklung, Metamorphose und Fortpflanzung der Flechten“ und ungefähr gleichzeitig die zweibändige „Naturgeschichte der Flechten“ von Wallroth, 1831 die „Lichenographia Europaea reformata“ von Elias Fries, 1823 bis 1842 das grosse Werk Schaerer's über die Flechten der Schweiz, betitelt: Lichenum helveticorum spicilegium, 1850 dessen „Enumeratio critica Lichenum Europaeorum“, 1855 das „Systema Lichenum Germaniae“ von G. W. Körber, 1860 Nylander's „Synopsis methodica Lichenum“, 1861 das „Manual of British Lichens“ von W. Mudd, 1865 die Körber'schen „Parerga lichenologica“, 1867 die „Geschichte und Litteratur der Lichenologie“ von A. v. Krempelhuber (zwei Bände), 1872 die erste Lieferung der „Lichenographia scandinavica“ von Th. M. Fries und die „Genera Lichenum, an Arrangement of the North American Lichens“ von E. Tuckerman. Rechnet man hiezu die zahlreichen kleineren Schriften, Originalabhandlungen, Localfloren, Sammlungen getrockneter Flechten etc., so erhält man eine lange Liste von „Lichenologica“, welche uns deutlich genug sagt, wie sehr die Auffassung der Flechten als einer besonderen Pflanzenklasse historisch begründet und wie tief sie eingewurzelt ist.

Die Zahl der Arten, welche die Abtheilung der Flechten umfasst, ist eine sehr bedeutende. Nach dem vorhin erwähnten vortrefflichen Werke von Krempelhuber beträgt dieselbe gegenwärtig über 5000, und die Zahl der Individuen, welche auf einem verhältnissmässig kleinen Umkreis an Felsen, Baumrinden, Bretterzäunen etc. gesellschaftlich beisammen leben, steigt tief in die Millionen hinein. Von diesen zahlreichen Arten sind die einen strauchartig verzweigt, wie z. B. die Bartflechte (Usnea), das isländische und das Rennthiermoos (Cetraria islandica, Cladonia rangiferina), andere laubartig und dann der Unterlage mehr oder weniger angepresst, wie z. B.

Peltigera, Sticta, Parmelia etc., noch andere krustenartig und mit der Unterlage innig verwachsen, wie Lecidea, Pertusaria u. a.

Die meisten grösseren Repräsentanten dieser Formenreihen, zumal der strauch- und laubartigen Flechten, sind habituell so ausgezeichnet und eigenartig, dass sie in der That eine besondere, wohl charakterisirte Gruppe zu bilden scheinen. Nur bei den Krustenflechten kommen allerdings Formen vor, welche sich äusserlich eng an gewisse Pilze aus der Abtheilung der Ascomyceten anschliessen und mit denselben auch in den Fruchtmerkmalen übereinstimmen; hier verräth sich auch dem unbewaffneten Auge die innere Verwandtschaft.

Viel wichtigere Anhaltspunkte für die Vergleichung der Flechten mit den Pilzen lieferten indessen die neueren Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsweise der vegetativen und der reproductiven Organe. Hier zeigte sich eine so weitgehende Uebereinstimmung in den morphologischen Merkmalen, ja man kann sagen in den wesentlichsten Grundzügen des Aufbaues und der Structur, dass von nun an jeder Unbefangene zum mindesten ein näheres Verwandtschaftsverhältniss zwischen den beiden Klassen zugeben musste. Es mag mir gestattet sein, die wichtigeren Punkte, in welchen diese Verwandtschaft sich ausspricht, hier in gedrängter Kürze hervorzuheben.

1) Die Flechten haben mit den Pilzen die Art des Aufbaues oder der Gewebebildung gemein. Der Thallus besteht nämlich aus verästelten Zellfäden, von denen jeder einzelne durch Theilung der Scheitelzelle und etwa noch der nächstliegenden Gliederzellen in die Länge wächst. Die Scheidewände, welche bei diesem Theilungsprocess auftreten, stehen sämmtlich rechtwinklig zur Längenausdehnung des Zellfadens; andere Theilungen kommen gar

nicht vor. Auch wo der ältere Thallus aus einem zierlichen Parenchym zu bestehen scheint, lässt sich durch das Studium der Entwicklungsgeschichte nachweisen, dass dieses Gewebe bloss durch seitliche Verwachsung der einzelnen Fäden und ihrer Verästlungen zu Stande kommt. Ein solches Parenchym hat demnach einen ganz anderen Ursprung, als dasjenige der Algen, Moose und der Gefässpflanzen, wo die nämliche Zelle sich nach verschiedenen Richtungen des Raumes theilt, indem sich die späteren Wände an die vorhergehenden ansetzen.

2) Die Fructificationsorgane der Flechten entsprechen genau denjenigen der Ascomyceten. Es gehören hiezu die schon längst bekannten Apothecien, deren Gehäuse bald tellerförmig offen erscheint, wie bei den Discomyceten, bald kugelförmig und in das Gewebe eingesenkt, wie bei den Pyrenomyceten. Die reproductive Schicht besteht im Wesentlichen aus Schläuchen (asci), in welchen die Sporen durch freie Zellbildung entstehen. — Als regelmässige Begleiter der Apothecien sind ferner die Spermogonien zu nennen; es sind diess Behälter, welche fast immer in das Gewebe eingesenkt sind und nur mittelst eines sehr engen Canals nach aussen münden. Sie erzeugen auf zarten Fäden, welche die Höhlung nahezu ausfüllen, die sogenannten Spermatien, welche sich leicht ablösen und unter dem Einfluss der Feuchtigkeit, in Gallerte eingehüllt, durch den genannten Kanal hervorquellen. Die Bedeutung dieser Gebilde ist zur Zeit noch zweifelhaft. Endlich kommt bei einzelnen Flechten, häufiger bei Pilzen, noch eine dritte Form von Fortpflanzungsorganen vor, nämlich die Pycniden. Dieselben haben im Ganzen das Aussehen der Spermogonien, unterscheiden sich aber von diesen durch die beträchtlichere Grösse der Fortpflanzungszellen (Stylosporen), welche von den reproductiven Hyphen, den sogenannten Sterigmen, abgeschnürt werden. Ihre

Rolle im Entwicklungsgang der Pflanze ist bis auf den heutigen Tag ungenügend bekannt.

Im Ganzen sind es also dreierlei Reproductionsorgane, welche bei Pilzen und Flechten in völlig übereinstimmenden Formen zur Entwicklung kommen, und wenn auch die Bedeutung derselben für das Leben dieser Gewächse zum Theil noch unerforscht ist, so verräth doch ihr blosses Vorhandensein ganz unverkennbar einen sehr nahen Verwandtschaftsgrad.

Diesen Thatsachen gegenüber stand nun aber immer noch ein wichtiges unterscheidendes Merkmal, das man von jeher als Kriterium der Flechten im Gegensatz zu den Pilzen zu betrachten pflegte. Es ist diess das Vorkommen grüner Zellen im Gewebe der Flechten. Diese grünen Zellen oder Gonidien bilden gewöhnlich auf der Lichtseite des Thallus, weil sie hier in grösserer Anzahl zwischen die farblosen Hyphen eingestreut sind, eine auf Durchschnitten deutlich hervortretende grüne Zone, das „stratum gonimicum“ der Autoren; nur in wenigen Fällen sind sie nahezu gleichmässig auf die ganze Dicke des Thallus vertheilt. Der Farbstoff, dem diese Zellen ihre Färbung verdanken, ist identisch mit dem Chlorophyll der Algen und der höheren Gewächse; es ist der Stoff, der die vegetabilischen Organismen befähigt, unter Mitwirkung des Sonnenlichtes aus unorganischen Nährstoffen die zum Leben erforderlichen organischen Säfte zu bereiten oder, was dasselbe ist, zu assimiliren. Die Gonidien sind demnach die einzigen assimilirenden Organe der Flechten; sie sind es, welche dieselben der Nothwendigkeit überheben, auf anderen Pflanzen oder deren Zersetzungsproducten zu schmarotzen. Und in der That finden wir eine grosse Zahl von Flechten an Standorten, die ihnen keine andere als nur unorganische Nahrung liefern können, und selbst diejenigen, welche auf Baum-

rinden u. dgl. angewiesen sind, ziehen ihre Säfte niemals aus den lebensfähigen Theilen der Gewebe. Man kann also immerhin sagen, dass die Flechten zu den auf andere Organismen angewiesenen Pilzen, deren Schmarotzerthum keine Ausnahmen kennt, hinsichtlich ihrer Lebensweise in einem auffallenden Gegensatze stehen.

Es ist auch keinem Zweifel unterworfen, dass die in Rede stehenden grünen Zellen des Flechtenthallus mit den farblosen Hyphen desselben anatomisch zusammenhängen und dass ihre Vermehrung im Innern des Gewebes mit dem Wachsthum des Thallus ungefähr gleichen Schritt hält. Ich habe diese Verhältnisse in früheren Veröffentlichungen eingehend beleuchtet und namentlich auch gezeigt, dass die Vermehrung durch gesetzmässige Theilung derselben nach verschiedenen Richtungen des Raumes (nur bei den Collemeen bloss nach einer Richtung) erfolgt. Zuweilen sterben ganze Lagen von Gonidien allmälig ab; die inzwischen neu entstandenen setzen alsdann mit den übrig gebliebenen älteren die assimilatorische Thätigkeit fort. Es verhält sich damit, wie mit den Blättern eines Baumes: die älteren fallen ab, allein es kommen neue, welche die begonnene Arbeit weiter führen.

Eine andere von Wallroth aufgestellte Ansicht bezüglich der Gonidien hat dagegen durch die neueren Arbeiten eine wesentliche Einschränkung erfahren: ich meine die Lehre von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung der Flechten durch Soredien. Wallroth und seine Nachfolger hielten die Soredien für blosse Anhäufungen grüner Zellen, welche unter Umständen die Rinde durchbrechen und sich von der Mutterpflanze ablösen, um auf fremder Unterlage zu einem neuen Thallus heranzuwachsen. Diese Annahme beruht jedoch, wie sich ohne Schwierigkeit zeigen lässt, auf einem entschiedenen Irrthum. Die Soredien bestehen ausnahmslos aus einer Vereinigung von

grünen Zellen mit farblosen Hyphen, welche jene umhüllen, und der Aufbau des Thallus bei der Entwicklung der Soredienanflüge vollzieht sich in der Art, dass die Hyphen das ganze nichtgrüne Gewebe bilden, indess die Gonidien stets nur gleichartige, d. h. grüne Zellen erzeugen. Nur wenn die Gonidien abgestorben sind, erscheinen allerdings ihre farblosen Membranen, zumal wenn sie rings von parenchymatischen Zellen umgeben sind, als Bestandtheile des Gewebes.

Diese Thatsachen stehen übrigens mit der Auffassung der Gonidien als Organe der Flechten keineswegs im Widerspruch; sie lassen überhaupt diese Frage unberührt und sollen nur dazu dienen, das Verhalten der Gonidien in den verschiedenen Zuständen festzustellen und die bezüglichen Anschauungen der Autoren genauer zu präcisiren. Nur soviel geht allerdings aus diesen Thatsachen klar hervor: die Gonidien erinnern durch ihre Theilungsweise und Gruppirung, durch die Beschaffenheit ihrer Membranen und die Natur des Inhalts unwillkürlich an gewisse einzellige Algen, die hier gleichsam zum zweiten Mal, aber nur als Theile höherer Organismen, zum Vorschein kommen. Ja die Nachbildung erweist sich hie und da, so namentlich bei den Collemaceen, als eine so getreue, dass es gar nicht möglich ist, dieselbe vom Original sicher zu unterscheiden.

Ich gehe jetzt zu den neuesten Forschungen auf diesem Gebiete über, durch welche die ganze bisherige Auffassung der Gonidien in Frage gestellt wird, indem einerseits der genetische Zusammenhang derselben mit den Hyphen sich als unerwiesen herausstellt und andererseits die Uebereinstimmung mit den Algen in einem viel helleren Lichte erscheint. Um mich in der Darstellung dieser Verhältnisse nicht allzu sehr in Einzelnheiten zu verlieren, fasse ich die wichtigeren Punkte, auf die es ankommt, kurz zusammen.

1) Die Stiele, welche die Verbindung zwischen den Gonidien und den farblosen Hyphen herstellen, beweisen nicht, dass die Gonidien an diesen Stielen entstanden sind. Denn erstens ist die allmälige Entwicklung der Gonidien durch Anschwellung der Endzelle eines solchen Stieles und spätere Grünfärbung des Inhalts von Niemanden beobachtet, sondern nur aus fertigen oder zweideutigen Zuständen gefolgert worden. Andererseits habe ich an gallertartigen Flechten, wo dergleichen Stielzellen häufiger vorkommen, mit vollständiger Sicherheit nachgewiesen, dass sie durch Verwachsung oder Copulation eines Faserastes mit einem ausgebildeten Gonidium entstehen und folglich mit der Entwicklung des letzteren nichts zu thun haben. Man sieht zuweilen zwei und drei solcher Stiele, die von der nämlichen Faser abgehen, mit Gliedern einer zusammenhängenden Gonidienkette verbunden, was offenbar nicht möglich wäre, wenn die Gonidien, etwa wie Kirschen oder Aepfel, mit ihren Stielen in genetischer Beziehung ständen.

2) Die Gonidien der meisten laub- und strauchartigen Flechten sind geradezu identisch mit Cystococcus humicola, einer der grösseren einzelligen Algen aus der Gruppe der Palmellaceen. Und zwar handelt es sich hier keineswegs um Dinge, die leicht zu verwechseln wären, sondern um ausgebildete grüne Zellen mit doppeltcontourirter Membran, excentrischer heller Stelle im Inhalt und mit deutlichem Zellkern, also um Gebilde, die sich durch characteristische Merkmale auszeichnen. — Genau dasselbe gilt von den Gonidien der Roccellen und verschiedener Krustenflechten, welche mit einer andern Alge aus der Verwandtschaft der Conferven, nämlich mit Chroolepus, in ebenso augenfälliger Weise übereinstimmen. — Bei anderen Krustenflechten lässt sich freilich die Identität der Gonidien mit bestimmten Algen nicht so

leicht nachweisen, aber offenbar nur wegen Mangel an Anhaltspunkten. Es kommen auch hier Fälle genug vor, wo zwischen den frei vegetirenden (zum Theil noch unbestimmten) Algenindividuen, welche mit irgend einer Flechte auf dem nämlichen Substrat vorkommen, und den Gonidien der letzteren absolut kein wahrnehmbarer Unterschied besteht.

3) Die eben genannten Algen, Cystococcus und Chroolepus, pflanzen sich im freien Zustande durch Schwärmsporen fort, welche in grosser Anzahl in den einzelnen Zellen entstehen und nach ihrem Freiwerden zu neuen Individuen heranwachsen. Es ist diess eine Fortpflanzungsweise, welche eine Reihe von grösseren und kleineren Algengruppen characterisirt, so z. B. die Confervaceen und Volvocineen, dann die grosse Abtheilung der Mesogloeaceen unter den Meeresalgen (Ectocarpeen, Myrionemeen, Sphacelarieen, Laminarieen etc.). Die nämliche Fortpflanzungsweise ist nun auch an Gonidien beobachtet worden, welche auf feuchter Unterlage einige Zeit cultivirt worden waren. Zwar haben die Beobachter, Famintzin und Baranetzky, diese Thatsache einfach so gedeutet, dass sie den Gonidien, die sie nach wie vor als Organe der Flechten betrachteten, die Fähigkeit zuschrieben, im freien Zustande ein algenähnliches Dasein zu fristen und sich durch Schwärmsporenbildung zu vermehren; hiernach müssten folgerichtig diejenigen Algen, die sich mit Flechtengonidien als identisch erweisen, aus der Liste selbständiger Pflanzen gestrichen werden. Ich kann indessen nicht zugeben, dass diese Deutung der fraglichen Kulturergebnisse eine befriedigende sei.

4) Einzelne Flechten, die freilich vom gewöhnlichen Typus mehr oder weniger abweichen, wie z. B. Ephebe und Spilonema, besitzen ein Gonidiensystem mit Scheitelzelle und Gliederzellen, d. h. mit selbständigem Spitzen-

wachsthum; sie gewähren überhaupt ganz den Eindruck von Algenfäden, welche von Pilzhyphen überwuchert wurden. Insbesondere hat das Nylander'sche Gonionema velutinum genau das Aussehen eines schwach übersponnenen Scytonema; ja es kommen übersponnene neben unveränderten Fäden in demselben Rasen vor.

Alle diese Thatsachen sind schon seit einer Reihe von Jahren bekannt und soweit sie sich auf Gallertflechten beziehen, deren Gonidien gewissen Chroococcaceen und Nostocaceen entsprechen, schon von de Bary in seiner 1866 erschienenen „Morphologie und Physiologie der Pilze und Flechten" (pag. 290 und 291) gebührend hervorgehoben worden. De Bary dachte bereits an die Möglichkeit, dass die Gonidien der Gallertflechten (Collemen, Epheben u. s. f.) typische Algen sein könnten, welche nur dadurch in das Innere des Flechtenlagers gelangen, dass sie von gewissen parasitischen Ascomyceten überwuchert werden. Für diesen Fall glaubte jedoch de Bary die in Rede stehenden Gewächse nicht mehr als Lichenen betrachten zu dürfen; er wählte daher die Bezeichnung „Pseudolichenen". Neben dieser Möglichkeit liess indess de Bary ausdrücklich auch die entgegengesetzte als gleichberechtigt stehen: dass nämlich die Gallertflechten die vollkommen entwickelten, fructificirenden Zustände von Gewächsen seien, deren unvollständig entwickelte Formen als Nostocaceen und Chroococcaceen bisher unter den Algen standen. Je nachdem die eine oder die andere dieser Möglichkeiten dem wirklichen Entwicklungsgange entspricht oder entsprechend gedacht wird, hätten wir es also mit „Pseudolichenen" oder aber mit eigenthümlichen Jugendzuständen zu thun, deren Uebergang zu höheren Formen erst näher zu untersuchen wäre. In beiden Fällen aber bleiben die eigentlichen Lichenen, d. h. alle die Strauch-, Laub- und Krustenflechten, welche

im Körber'schen „Systema Lichenum Germaniae" ungefähr $^{9}/_{10}$ des Buches ausfüllen, in ihrer bisherigen Stellung unangetastet. Hier hat de Bary bezüglich der bis dahin allgemein angenommenen genetischen Beziehung zwischen Hyphen und Gonidien keinerlei Zweifel ausgesprochen. Selbst die Schwärmsporenbildung in den Chroolepus-Gonidien der Graphideen ist ihm nur ein Beweis, „dass hier der Entwicklungsgang nicht auf die Bildung von Thallus, Apothecien und Spermogonien beschränkt ist" (l. c. pag. 292).

Ich gestehe, dass ich in dieser Annahme, wonach also bloss noch die Entwicklung der Schwärmsporen festzustellen wäre, um unsere beschränkten Kenntnisse über den Kreislauf des Lebens zu vervollständigen, niemals die endgültige Erklärung der im Vorhergehenden erwähnten Thatsachen zu erblicken vermochte; allein es fehlten mir zunächst noch die Anhaltspunkte, um eine befriedigendere Lösung mit einiger Aussicht auf Erfolg begründen zu können. Die erste Veranlassung, einen entschiedenen Schritt weiter zu gehen, gaben mir erst die Beobachtungen, welche ich im Winter 1866/67 zu machen Gelegenheit hatte. Ich verfolgte damals das Eindringen von farblosen Hyphen in Nostoc- und Glococepsa-Colonien und die dadurch eingeleitete Entwicklung des Collema- und Omphalaria-Thallus, worüber ich seitdem in meinen „Algentypen der Flechtengonidien" das Nähere mitgetheilt habe. Aber noch wichtiger als das war mir die Beobachtung, dass auch Fadenalgen aus der Gruppe der Scytonemeen oder Rivularieen in ähnlicher Weise von pilzähnlichen Fasern übersponnen und durchwuchert und so zu Gonidien (d. h. zu grünen Zellen) in einem parenchymatischen Gewebe wurden, welches ich mit Sicherheit als Jugendzustand einer mit Racoblenna verwandten Flechte erkannte. Hin und wieder fand ich auch vorgerücktere Stadien mit

normal ausgebildetem Gewebe, aus welchem aber noch kleinere oder grössere Stücke von Scytonema-Scheiden hervorragten. Es lag hier klar am Tage, dass die in Rede stehenden Algen nicht etwa als freigewordene Gonidien zu betrachten waren, sondern dass umgekehrt die Gonidien nichts anderes sein konnten, als überwucherte und dadurch mehr oder weniger veränderte Algen. Dazu kommt, dass Racoblenna und deren Verwandte nicht zu den eigentlichen Gallertflechten (Collemen, Omphalarien etc.) gehören, sondern in Beziehung auf Gewebebildung ungefähr auf der Höhe von Pannaria stehen und sich also mehr den kleinschuppigen Krustenflechten anschliessen. Sie stehen auf einer Stufe, welche durch alle nur wünschbaren Uebergänge mit ächten laubartigen Flechten verbunden ist. Diese Thatsachen waren für mich entscheidend; ich war von jetzt an fest überzeugt, dass auch andere Flechten, vor Allem diejenigen mit blaugrünen Gonidien (Pannaria, Heppia etc.), in einem ähnlichen Verhältniss zu gewissen Algen stehen, wie Racoblenna, und nachdem ich noch verschiedene Lichenen mit Cystococcus- und Chroolepus-Gonidien genauer angesehen hatte, war meine gegenwärtige Ansicht, dass die grünen Zellen sämmtlicher Flechten von überwucherten Algen herrühren, subjectiv festgestellt. Es konnte sich jetzt, meiner Ueberzeugung gemäss, nur noch darum handeln, das Material zur objectiven Beweisführung zu vervollständigen. In diesem Sinne habe ich mich noch während meines Aufenthaltes in München verschiedenen Fachgenossen gegenüber ausgesprochen.

Meine Uebersiedlung nach Basel hatte leider eine längere Unterbrechung meiner Untersuchungen zur Folge; doch fand ich immerhin Gelegenheit, einzelne weitere Beobachtungen zu machen, die mich in meiner Ueberzeugung befestigten. Im Herbste 1867 hielt ich über diesen Gegen-

stand einen längeren Vortrag in der schweizerischen Naturforscherversammlung in Rheinfelden, wo ich meine Ansicht zum ersten Mal öffentlich aussprach und durch grosse colorirte Abbildungen zu veranschaulichen suchte. Seitdem habe ich die Untersuchungen gelegentlich weiter gefördert, und es ist mir gelungen, die Belege für meine Theorie in wesentlichen Punkten zu vervollständigen. Die Zahl der Algengattungen, die ich mit Sicherheit oder doch mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit als Gonidienbildner erkannte, stieg allmälig auf ungefähr ein Dutzend, worunter sämmtliche Gruppen der blaugrünen Nostochinen mit Ausnahme der Oscillarien, sowie einige Typen der chlorophyllgrünen Algen vertreten sind. Das Nähere hierüber habe ich in den vorhin schon erwähnten „Algentypen" (Basel 1869) zusammengestellt. Auf diese Arbeit muss ich hier verweisen, da eine Darlegung der Einzelnheiten ohne die nöthigen Abbildungen absolut unverständlich wäre; doch mag es mir gestattet sein, die erhaltenen Resultate kurz zusammen zu stellen und einige nachträgliche Beobachtungen am geeigneten Orte einzuschalten. Die gonidienbildenden Algentypen vertheilen sich hienach auf folgende Familien.

1) Sirosiphoneen.

Dieselben bilden in einem nur wenig veränderten Zustande das Gonidiensystem von Ephebe und Spilonema; die Alge behält hier ihr Scheitelwachsthum und ihre normale Verzweigungsweise bei und beherrscht dadurch die morphologische Gliederung des Thallus. Schon etwas weiter geht die Veränderung in den Cephalodien von Stereocaulon, wo ganze Gruppen von Sirosiphonindividuen von den zarten Hyphen des Thallus überwuchert werden, so dass oft nur noch die aus den Faserknäueln hervorstehenden Scheitel den Ursprung der grünen Zellen verrathen. Die grösste Umgestaltung endlich erfährt der

Gonidienbildner, sofern die betreffende Beobachtung sich bestätigt, bei Polychidium muscicolum, wo jede Spur einer selbständigen Gestaltung des Gonidiensystems verschwunden ist.

In wiefern die hier genannten Flechten (beziehungsweise Ascomyceten) auf die bezeichneten Algen angewiesen sind oder unter Umständen auch mit andern Gattungen vorlieb nehmen, bleibt näher zu untersuchen. Bezüglich der Cephalodien ist festgestellt, dass sie statt Sirosiphon zum Theil ausschliesslich Scytonema- oder auch Nostoc-Convolute enthalten. Ebenso habe ich mit Bezug auf die Ephebe-artigen Flechten Spilonema und Gonionema bemerkt, dass in den Flechtensammlungen unter gleichem Namen Exemplare mit Scytonemagonidien neben solchen mit Sirosiphongonidien sich vorfinden, was entweder auf einer Verwechslung verschiedener Dinge oder aber — was mir jetzt ebenso wahrscheinlich ist — auf dem Umstande beruht, dass der nämliche Pilz bald die eine, bald die andere der genannten Algen als Nährpflanze wählt. Was endlich Polychidium betrifft, so habe ich neuerdings von Herrn Prof. E. Tuckerman unter dem Namen Leptogium? rivale Tuck. in herb. eine mit P. muscicolum offenbar nah verwandte Flechte aus Amerika erhalten, deren Gonidien ebenso wenig, als bei dem einheimischen Repräsentanten, von Nostoc herrühren. Während aber bei P. muscicolum der wahrscheinliche Gonidienbildner ein Sirosiphon ist, schliesse ich bei der amerikanischen Art auf eine Rivulariee. Also möglicher Weise auch hier ein Ueberspringen von einem Algentypus zu einem nah verwandten andern.

2) Rivularieen.

Dass die Rivularieen die regelmässigen Gonidienbildner der Lichina-Arten sind, betrachte ich als hinlänglich be-

wiesen. Für die Flechten aus der Racoblennagruppe ist die Sache nur insofern zweifelhaft, als hier möglicher Weise ein Scytonema die Stelle der Rivularieen vertritt. Im Uebrigen lässt die Beobachtung des Ueberganges der Alge in den Gonidienzustand nichts zu wünschen übrig. Die wechselseitige Vertretung der Rivularieen durch Scytonemeen und umgekehrt hat von vornherein nichts Unwahrscheinliches.

3) Scytonemeen.

Ausser den vorhin genannten Cephalodien von Stereocaulon besitzen sehr wahrscheinlich noch mehrere Flechtengattungen ein Gonidiensystem, welches von Scytonemeen herrührt. Dahin gehören zunächst Porocyphus byssoides und Heppia adglutinata, sodann Pannaria flabellosa Tuckerm. und eine andere „Pannaria-ähnliche“ Flechte (vgl. meine „Erörterungen zur Gonidienfrage“ in Flora 1872), zum Theil vielleicht auch Endocarpon Guepini.

Die hier genannten Flechten lassen sich von denjenigen mit Rivularieen-Gonidien weder systematisch noch anatomisch trennen; sie bilden zusammen eine natürliche Gruppe, die ich in den eben citirten „Erörterungen“ als Racoblennaceen bezeichnet habe. Ich bemerke jedoch ausdrücklich, dass ich bei Aufstellung dieser Gruppe nur die anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse im Auge hatte; meine Absicht war, unter Bezugnahme auf das gonidiologische System von Th. M. Fries einige Punkte hervorzuheben, die meines Erachtens in einem solchen System nicht vernachlässigt werden sollten. Im Uebrigen mische ich mich nicht in die Systematik der Lichenologen, die sich bekanntlich vorzugsweise an carpologische Merkmale hält. Und was speziell die

gegenseitige Verwandtschaft der Pannaria-Arten im Sinne Körber's betrifft, so habe ich nie daran gezweifelt; allein es schien mir doch wichtig, die vorkommenden anatomischen Differenzen zu berühren. Ueberdiess halte ich es für mehr als wahrscheinlich, dass ein genaueres, allseitiges Studium der Pannarien hinsichtlich der Verwandtschaftsgrade manches Neue zu Tage fördern würde.

Bezüglich der oben genannten Tuckerman'schen Pannarien bemerke ich noch, dass der Autor den Gattungsbegriff viel weiter fasst, als Körber oder Nylander. In seinen eben erschienenen „Genera Lichenum" figuriren als inbegriffen im Genus Pannaria folgende Gattungen des Körber'schen Systems: Pannaria, Massalongia, Lecothecium, Collolechia, Pterygium, Wilmsia et Endocarpi spec. (nämlich E. Guepini). Die untersuchten Arten gehören offenbar (und nicht etwa bloss mit Rücksicht auf die Gonidien) in die nächste Verwandtschaft von Lecothecium oder Pterygium. Die Pannarien im engeren Sinne gehören also nicht in diese Gruppe, da ihre Gonidien nach den bisherigen Beobachtungen in keinem Falle weder von Rivularieen noch von Scytonemeen abstammen.

4) Nostocaceen.

Das Eindringen von Pilzfasern in Nostoc-Colonien und die dadurch eingeleitete Umwandlung derselben in Collema-Thallome wurde bereits oben erwähnt. Eine irgend erhebliche Veränderung der Nostocschnüre findet hiebei nicht statt. Neben der Gattung Nostoc gehört auch Polycoccus punctiformis zu den gonidienbildenden Vertretern dieser Familie.

Hieher gehörige Flechten sind die Körber'schen Gattungen Collema, Lempholemma, Synechoblastus, Leptogium, Obryzum und Mallotium, überhaupt alle Gallertflechten mit rosenkranzförmigen Gonidienketten;

ferner Pannaria lurida Mont. und P. brunnea Sw. und nach Baranetzky auch Peltigera canina, sowie endlich einzelne Cephalodien von Stereocaulon. Wahrscheinlich kommen hiezu noch verschiedene weitere Laubflechten mit blaugrünen Gonidien, namentlich Arten von Pannaria, Sticta, Erioderma etc.

Eine Bestätigung meiner Ansicht über die Entwicklung des Collema-Thallus hat in neuester Zeit Reess geliefert, indem er Collemasporen auf Nostoc keimen liess und sodann das Eindringen der Keimschläuche in die Nostoc-Gallerte bis zur Bildung reichverzweigter Collema-Mycelien direct beobachtete.

5) Chroococcaceen.

Von den hieher gehörigen Algen sind bis jetzt nur Chroococcus und Gloeocapsa als Gonidienbildner beobachtet worden. Die Colonien von Gloeothece etc., auf welchen eine Secoliga schmarotzend vegetirt (vgl. meine „Erörterungen zur Gonidienfrage“ in Flora 1872, Taf. IV), können kaum als Gonidien betrachtet werden.

Die Lichenen, deren Gonidiensystem von Chroococcaceen herrührt, sind grossentheils Gallertflechten mit kugelförmigen Gonidiengruppen; es gehören hieher die Gattungen Omphalaria, Enchylium, Synalissa, Phylliscum, Psorotichia, Pyrenopsis, Thelochroa (Montinii Mass.), von denen ich die meisten schon in meinen früheren Untersuchungen als Omphalariaceen zusammengefasst habe. Dazu kommen möglicherweise noch einzelne Pannarien, vielleicht auch Arten von Sticta u. a., worüber indessen die entscheidenden Belege noch nicht beigebracht sind. Ebenso müssen erst weitere Untersuchungen lehren, in wie weit die oben genannten Algen sich etwa wechselseitig vertreten oder gar die vorhergehenden Typen ersetzen können. Sicher ist nur, dass

mit Rücksicht hierauf innerhalb der Gattung Pannaria Uebergänge und wie es scheint nach verschiedenen Seiten hin stattfinden.

6) Confervaceen.

Die als Coenogonium Linkii bekannte Flechte besteht aus übersponnenen, sonst aber unveränderten Cladophorafäden, welche unter der dünnen Faser-Hülle normal fortvegetiren. Das Verhältniss des parasitischen Pilzes zur Nährpflanze ist ungefähr dasselbe, wie bei Spilonema und Gonionema.

7) Chroolepideen.

Seit Jahren war die Uebereinstimmung der Graphideen-Gonidien mit Chroolepus, einer confervenähnlichen Alge, eine bekannte Thatsache. Befriedigend erklärt wird dieselbe aber erst durch die Annahme, dass die fraglichen Gonidien mit Chroolepus identisch seien, d. h. Algen im überwucherten Zustande. — Diese characteristische Gonidienform kommt übrigens, ausser bei Graphideen, noch bei manchen andern Krustenflechten und ebenso bei Roccella vor. Der Inhalt der Zellen zeigt hin und wieder die nämliche orangegelbe Färbung, die man auch an frei vegetirenden Chroolepus-Rasen beobachtet.

8) Palmellaceen.

Meiner Theorie zufolge verdanken alle gelbgrünen Gonidien der Laub- und Krustenflechten, soweit sie nicht der Chroolepus-Form angehören, ihren Ursprung den verschiedenen Repräsentanten der Palmellaceen (die Protococcaceen inbegriffen). Nachgewiesen ist bis jetzt die Identität für die Algengattungen Cystococcus, Pleurococcus und Stichococcus (bacillaris), wovon indess der letztere bloss die Hymenialgonidien von Sphaerom-

phale fissa und einer andern, wahrscheinlich zu Polyblastia gehörigen Flechte bildet, während die erstgenannten Genera ausserordentlich häufig überwuchert werden und einer ganzen Reihe von Lichenen als Nährpflanzen dienen. Aber nichts desto weniger sind hier noch grosse Lücken auszufüllen, zumal die Palmellaceen selbst offenbar nur sehr unvollständig bekannt sind. Einzelne Gonidienformen stammen voraussichtlich von Gattungen oder Arten ab, die bis dahin noch gar nicht beschrieben worden sind.

Wenn wir jetzt die im Vorhergehenden erwähnten Algentypen und die zugehörigen Flechten noch einmal überblicken, so treten uns mit Rücksicht auf das Verhältniss zwischen Nährpflanze und Parasit verschiedene Fälle entgegen. Es gibt erstens eine grosse Zahl von Flechten, bei denen die Gonidien stets dem nämlichen Typus angehören, so z. B. bei den Collemen, Omphalarien, Roccellen und den meisten Strauchflechten. Dieser Fall darf als der herrschende bezeichnet werden; er findet sein Analogon im Verhalten der Pilze, welche auf Phanerogamen schmarotzen. In zweiter Linie stehen diejenigen Flechtensippen, wo entweder unter den Individuen der gleichen Art oder doch bei systematisch nahverwandten Formen ein Schwanken zwischen verschiedenen Gonidientypen stattfindet. Die bis jetzt beobachteten Schwankungen dieser Art sind folgende (Scytonemeen und Rivularieen als eine Gruppe betrachtet).

a) Zwischen Sirosiphoneen und Scytonemeen bei den Ephebe-artigen Flechten und wahrscheinlich auch bei Polychidium;

b) Zwischen Scytonemeen und Nostocaceen bei denjenigen Vertretern der Racoblennagruppe, welche mit Pannaria lurida und P. brunnea in denselben Ver-

wandtschaftskreis gehören. (Nach Tuckerman könnte man einfach sagen: innerhalb der Gattung Pannaria);

c) Zwischen Sirosiphoneen, Scytonemeen und Nostocaceen bei den Cephalodien von Stereocaulon;

d) Zwischen Nostocaceen und Chroococcaceen bei den Gallertflechten (Collema, Omphalaria etc., sofern man hier eine nähere Verwandtschaft zugeben will) und wahrscheinlich auch bei Pannaria;

e) Zwischen Nostocaceen oder Chroococcaceen und gelbgrünen Palmellaceen bei Sticta;

f) Zwischen Palmellaceen und Chroolepideen wahrscheinlich bei einzelnen Krustenflechten (Hymenelia u. a.)

Stellen wir uns die Aufgabe, die Flechten mit blaugrünen Gonidien sowohl nach ihrer systematischen Verwandtschaft als nach der Reihenfolge der Gonidienbildner zusammenzustellen, so fällt die Lösung am einfachsten aus, wenn wir uns die Annahme erlauben, dass die Gonidien der laubartigen Repräsentanten durchgehends von Nostocaceen herrühren, wie diess für Peltigera und für die im Marke zerstreuten Gonidiennester von Solorina mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden darf. Für die übrigen Gattungen ist die Sache allerdings fraglich; allein wenn es Nostocaceen gibt, die im Gonidienzustande niemals Grenzzellen entwickeln (d. h. Zellen mit derberer Wandung), was immerhin möglich ist, so steht unsere Annahme mit keiner einzigen mir bekannten Thatsache in entschiedenem Widerspruch. Es mag ferner gestattet sein, in der Zusammenstellung der Gattungen bald diesem, bald jenem der neueren Flechtensysteme zu folgen. Unter diesen Voraussetzungen könnte man etwa folgendes Schema aufstellen. Ich bemerke noch, dass nur die zur Orientirung nöthigen Gattungen aufgeführt sind; die übrigen wären an der betreffenden Stelle einzuschalten.

Systematische Gruppirung der Flechtengattungen		Systematische Gruppirung der gonidienbildenden Algen.
Collemaceen	Synalissa	Chroococcaceen
	Omphalaria	
	Collema	Nostocaceen
	Leptogium	
Uebergangsformen	Pannaria brunnea etc.	
	Hydrothyria	
Peltigeraceen	Sticta	
	Erioderma	
	Nephroma	
	Peltigera	
	Solorina	
	Heppia	Scytonemeen (Rivularieen)
Racoblennaceen	Lecothecium	
	Pterygium	
	Lichina	
Byssaceen	Spilonema	Sirosiphoneen
	Ephebe	

Um dieses Schema zu vervollständigen, hat man sich noch einige Abzweigungen von der Hauptreihe hinzuzudenken. Von Leptogium geht ein Seitenzweig, der die Arten der Gattung Polychidium enthält, nach unten, um aus der Region der Nostocaceen in diejenige der Scytonemeen und Sirosiphoneen zu gelangen (die bezüglichen Beobachtungen als richtig angenommen). Die Hauptreihe geht über Hydrothyria zu den Peltigeraceen über. — Einen förmlichen Knotenpunkt stellt sodann Pannaria dar. Auf der einen Seite eng mit den Collemaceen verbunden, führt diese interessante Gattung andererseits durch einzelne ihrer Arten zu den Parmeliaceen, durch andere zu den Racoblennaceen hinüber; auch fehlt es nicht an vermittelnden Uebergängen zu den Peltigeraceen.

An Pannaria schliesst sich ferner nach Tuckerman, der sich auf Baglietto (Nuovo Giorn. Bot. Ital. 2, pag. 171) beruft, Endocarpon Guepini = Pannaria Guepini an (vgl. Tuckerman, Genera Lichenum p. 51). Ein neuerdings untersuchtes Exemplar dieser Flechte, das ich von Herrn Tuckerman erhielt, stimmt in der That mit Rücksicht auf das Verhalten der Gonidien ganz mit Pannaria-Arten, Sticta u. s. w. überein. Die grüne Färbung der oberen Rinde, welche ich an andern Exemplaren nach Erwärmen in Salzsäure stellenweise wiederholt beobachtet hatte, trat hier nicht hervor. — Was endlich die Verbindungen betrifft, welche von Sticta und Nephroma zu den Flechten mit gelbgrünen Gonidien hinüberführen, so mag es genügen, dieselben hiemit anzudeuten.

Die vorstehende Zusammenstellung soll zugleich die wahrscheinliche Regel veranschaulichen, nach welcher das Ueberspringen von einem Algentypus zum andern stattfindet. Es ist nämlich bis jetzt kein Fall bekannt, in welchem beispielsweise Nostocaceen und Sirosiphoneen als Gonidien figurirten, ohne dass auch die zwischenliegenden Scytonemeen in Anspruch genommen wären. Mit andern Worten, die Flechten springen zunächst immer nur von einem Typus zum nächstfolgenden über, erst nachher zu einem dritten, sofern überhaupt der Spielraum bei naturgemässen systematischen Gruppen sich auf drei Typen erstreckt. Ich halte es für wahrscheinlich, dass diese Regel bestehen bleiben wird, auch wenn im Uebrigen die angenommene Reihenfolge da und dort Aenderungen erfährt.

Soll ich zum Schlusse noch ein Wort über die Aufnahme sagen, die meiner Theorie im botanischen Publikum

zu Theil wurde, so kann ich mich kurz dahin aussprechen, dass die Lichenologen sich bis jetzt vorwiegend ablehnend verhalten haben, während die Mikroskopiker und Physiologen dieselbe im Allgemeinen für begründet erachten. Auf die Einwände, welche von Seiten der Ersteren erhoben wurden, will ich übrigens hier nicht näher eintreten, da ich dieselben in den vor Kurzem erschienenen „Erörterungen zur Gonidienfrage“ (Flora 1872) hinlänglich beleuchtet habe. Nur auf einen Punkt, den ich bis jetzt unbeachtet gelassen, glaube ich nachträglich noch hinweisen zu sollen. Der Parasitismus, wie er meiner Theorie zufolge für die Flechten angenommen werden muss, steht allerdings im Pflanzenreiche vereinzelt da. Doch sind in neuester Zeit verschiedene Vorkommnisse beobachtet worden, welche in gewissem Sinne als analoge Anpassungserscheinungen gedeutet werden können. Ich erwähne vor Allem das von Strasburger beobachtete Vorkommen von Nostocschnüren in der Scheitelregion von Azolla, einer kleinen schwimmenden Gefässpflanze, worüber der genannte Beobachter in seiner kürzlich erschienenen Schrift „Ueber Azolla“ (pag. 39) wörtlich Folgendes mittheilt. „Ich habe diese Nostocschnüre, und zwar, wie es schien, immer derselben Art angehörend, in den Blättern sämmtlicher Azolla-Arten vorgefunden, die ich untersuchte. Sie fehlen weder den amerikanischen, noch den neuholländischen, noch den asiatischen, noch endlich den afrikanischen Arten; sie waren in jedem Blatte zu finden, so dass ich fast vermuthen möchte, dass sich die Pflanze ihnen gegenüber nicht mehr ganz passiv verhält..... Man sollte fast glauben, dass die Nostocschnüre den Blättern der Azolla in ihrer Assimilationsarbeit behülflich sind und somit in gewisser Weise eine ähnliche Rolle in denselben, wie im Innern des Flechtenthallus spielen.“ Ein ähnliches Verhältniss scheint auch zwischen Gunnera

scabra und einer Scytonemee obzuwalten, welche nach den Beobachtungen Reinke's (Bot. Ztg. 1872, pag. 59) die Stammparenchymzellen von Gunnera bewohnt und constant darin vorkommen soll. Nach F. Cohn (Beiträge zur Biologie der Pflanzen II, p. 87) kommt es überhaupt nicht selten vor, dass „parasitische Algen" mit grünem Inhalt als Endophyten im Parenchym anderer Gewächse (z. B. der Lebermoose, Wasserlinsen etc.) vegetiren und jedenfalls irgendwie von diesen letzteren abhängig sind. Worin aber diese Abhängigkeit, namentlich mit Bezug auf die Ernährungsvorgänge, besteht, ist zur Zeit nicht bekannt, und jedenfalls kann in den von Cohn beschriebenen Fällen nicht angenommen werden, dass das Verhältniss ein reciprokes sei. Die fraglichen „parasitischen" Algen stehen demnach zu den Gonidienbildnern auf jeden Fall in einem entschiedenen Gegensatz; in wie weit es aber ächte Parasiten sind, scheint mir für manche derselben einstweilen noch zweifelhaft. Wie dem aber auch sein mag, immerhin zeigen solche Erscheinungen zur Genüge, dass das Abhängigkeitsverhältniss, in welchem Organismen zu einander stehen können, an keine bestimmten Formen gebunden ist, vielmehr als Ausdruck gegenseitiger Anpassung in der verschiedensten Gestalt sich geltend machen kann. Und so mag denn auch meine Lehre von der Algennatur der Flechten-Gonidien dazu beitragen, eine Reihe der merkwürdigsten Anpassungen, welche im Gewächsreiche vorkommen, in das richtige Licht zu stellen.

Thesen über den mechanischen Aufbau der Gefässpflanzen, speciell der Monocotylen.

Von

S. Schwendener.

(Auszug aus zwei Vorträgen, gehalten im Januar und Februar 1873.)

1) Die Pflanzen sind den mechanischen Bedingungen, unter welchen sie vegetiren, mehr oder weniger angepasst. Organe, welche in der Luft leben, wie z. B. Stämme, Blüthenschäfte etc., bedürfen in erster Linie einer gewissen Biegungsfestigkeit, um den seitlich wirkenden Kräften (Wind, excentrische Belastung u. dgl.) Widerstand zu leisten. Andere Organe, welche im Boden oder in rasch fliessendem Wasser vegetiren, desgleichen die Ranken und schlingenden Stengel etc. werden vorzugsweise durch Zugkräfte in Anspruch genommen und bedürfen daher der Zugfestigkeit. Wieder andere sind von wasserdurchtränkter Erde umgeben (Rhizome, Wurzeln) und dem entsprechend von grossen Luftcanälen durchzogen, welche eine feste äussere Umhüllung erheischen, um gegen radiale Druckkräfte geschützt zu sein, u. s. w. Diesen verschiedenen Anforderungen sucht die Pflanze durch besondere Einrichtungen, welche nach mechanischen Principien construirt sind, Genüge zu leisten.

2) Wie bei allen höher differenzirten Gewächsen die Function der Durchlüftung grossentheils den Zellformen des trachealen Systems, die Leitung eiweissartiger Stoffe den Cambiformzellen, der Schutz nach aussen der Cuticula und dem anatomisch wohl characterisirten Periderm u. s. w. übertragen ist; wie also fast jeder wichtigeren Verrichtung ein besonderes System von Elementarorganen vorsteht: so

sind es auch bestimmte, anatomisch ausgezeichnete Zellen, welche die Herstellung der nöthigen Festigkeit übernehmen. Diese Zellen bilden das mechanische System der Gewächse, von dem sich nachweisen lässt, dass es ganz nach den Grundsätzen der Mechanik gebaut ist.

3) Als spezifisch mechanische Elemente der Vegetationsorgane sind nur die Bastzellen und die bastähnlichen Collenchymzellen zu betrachten, welche mit jenen eine zusammenhängende Formenreihe bilden, deren extremste Glieder durch alle möglichen Uebergänge verbunden sind. Es sind langgestreckte prosenchymatische Zellen, mit oder ohne Querwände, aber stets mit mehr oder weniger verdickten Membranen, deren Molecularreihen longitudinal oder in linksschiefer Schraubenlinie verlaufen. Diese Richtung der Molecularreihen verräth sich schon durch die spaltenförmigen Poren, wo solche vorhanden sind.

4) Die mechanischen Zellen besitzen einen hohen Grad von Widerstandsfähigkeit. Stark verdickte Bastzellen, wie sie bei Liliaceen, Palmen, Gramineen etc. vorkommen, erreichen nahezu die Zugfestigkeit des Schmiedeeisens, sofern bloss die Spannungen innerhalb der Elasticitätsgrenze in Betracht gezogen werden. Ich habe Fälle beobachtet, wo eine Belastung von 15—20 Kilo pro Quadratmillimeter der Querschnittsfläche weder ein Zerreissen noch eine bleibende Verlängerung zur Folge hatte. Jedenfalls darf die beim Baue eiserner Brücken als practisch zulässig angenommene Maximalspannung von 6—8 Kilo pro Quadratmillimeter in der grossen Mehrzahl der Fälle auch den Constructionen aus (lebendem) Bast unbedingt zugemuthet werden. Was aber die Bastzellen wesentlich vom Schmiedeeisen unterscheidet, ist die ungleich grössere Dehnbarkeit. Während das Schmiedeeisen sich innerhalb der Elasticitätsgrenze nur um $^1/_{1100}$ bis $^1/_{1500}$ und bei einer Belastung von 6 Kilo pro Quadrat-

millimeter nur um $1/_{3000}$ der Gesammtlänge ausdehnt, verträgt der Bast eine Verlängerung von 1—1 $1/_{3}$ Procent. Die Elasticitätsmodule fallen daher sehr ungleich aus: für die besseren Bastsorten mag die Durchschnittszahl (in Kilo pro Quadratcentimeter) etwa 120,000 betragen (das Maximum c. 200,000), für Schmiedeeisen dagegen 1,800,000 bis 2 Millionen.

5) Der bloss mechanischen Bedeutung der Bastzellen entspricht auch die anatomische Thatsache, dass dieselben bei allen Cyperaceen, Juncaceen u. a. durch eine förmliche Schutzscheide im Sinne Caspary's von den luft- und saftleitenden Zellen (Gefässen, Holzzellen, Cambiform) geschieden sind.

6) Die Bastzellen nehmen folgerichtig keine morphologisch bestimmte Stellung zum Xylem oder zu andern Geweben ein. Sind auch morphologische Tendenzen hie und da unverkennbar, so gibt doch das mechanische Princip, wenn es mit jenen in Conflict geräth, stets den Ausschlag.

7) Die biegungsfesten Constructionen, die wir in den oberirdischen Organen der Monocotylen beobachten, sind sehr mannigfaltiger Art. Am verbreitetsten in Beziehung auf Familienzahl ist in den stielrunden Organen der hohle Cylinder. Daneben kommen aber noch die verschiedensten Combinationen isolirter peripherischer Träger vor, welche zuweilen aus einfachen Bastrippen, häufiger jedoch aus mindestens zwei getrennten Bündeln (Gurtungen) bestehen, die durch Xylem, zum Theil auch durch Parenchym, mit einander verbunden sind. Im Ganzen müssen allein bei den stielrunden Organen der Monocotylen etwa 20 verschiedene Constructionstypen unterschieden werden, die sich in mehrere, zum Theil scharf getrennte Systeme ordnen.

8) Wenn das mechanische System aus isolirten Trägern oder Pfosten besteht, so sind dieselben behufs Er-

haltung der Querschnittsform durch Xylemanastomosen verbunden. Wo diese letzteren Luftcanäle durchsetzen, treten sie in Begleitung von Diaphragmen auf. Ueberdiess sind alle biegungsfesten Systeme durch entsprechende Wanddicke oder durch vorgeschobene Constructionstheile gegen Einknicken geschützt.

9) Die biegungsfesten Constructionen nehmen in acropetaler Richtung an Stärke ab, im Allgemeinen ungefähr so, dass sie sich annähernd wie „Träger von gleichem Widerstande“ verhalten. Sie krümmen sich demgemäss unter dem Einflusse seitlicher Kräfte in eleganten Curven.

10) Bei intercalarem Aufbau der Organe, wenn z. B. die unteren Enden der Internodien lange Zeit im bildungsfähigen Zustande verharren (Gramineen), sind die mechanisch schwächeren Stellen des Systems durch Blattscheiden geschützt oder durch grössere Stammdicke unschädlich gemacht. Die Blattscheiden sind da am stärksten, wo der eingeschlossene Stengeltheil am schwächsten ist.

11) Die Biegungsfestigkeit verlangt eine peripherische Anordnung der mechanischen Elemente; diese streben, wie von einer centrifugalen Kraft getrieben, nach der Oberfläche. Dasselbe thun aber auch die grünen, assimilirenden Zellen. Daraus entsteht, wenn das mechanische System die Form eines Hohlcylinders hat, ein Conflict, in Folge dessen die mechanischen Elemente etwas von der Oberfläche zurückweichen. Dieselben rücken jedoch, sobald die Verhältnisse sich zu Ungunsten der grünen Zellen ändern (z. B. innerhalb der Blattscheiden), wieder gegen die Oberfläche vor. Dasselbe geschieht bei stachelartigen Bildungen und bei Schmarotzern, welche der grünen Zellen entbehren können.

12) In den Organen, welche durch Zugkräfte in Anspruch genommen werden, schlägt die im Vorhergehenden erwähnte centrifugale Tendenz der mechanischen Zellen

in ihr Gegentheil um: in ein Streben nach der Mitte. Als Muster zugfester Organe sind die Wurzeln zu betrachten; die Rhizome verhalten sich zu ihnen, wie mehr oder weniger abweichende Nachbildungen zum Original. Einem continuirlichen Zuge sind auch die untergetauchten Wasserpflanzen ausgesetzt, die darum auch wurzelähnlich gebaut sind.

13) Eine begründete Ausnahme von der oben aufgestellten Regel (in Betreff der centripetalen Tendenz) bilden die in fliessendem Wasser lebenden Pflanzen (Potamogeton fluitans, acutifolius etc.), wo der Zug von der Oberfläche aus auf eine maschige Rinde einwirkt. Hier war es nothwendig, nicht bloss den axilen Strang durch mechanische Zellen zu verstärken, sondern auch die Rinde, um sie vor Abstreifen zu schützen, mit zerstreuten oder subepidermalen Bastbündeln zu durchziehen. — Schlingpflanzen und Ranken bedürfen, so lange sie noch keine Stütze gefunden haben, der Biegungsfestigkeit und sind dem entsprechend construirt.

14) Die centrale Stellung der Fibrovasalstränge in Wurzeln, Rhizomen und Wasserpflanzen bringt es mit sich, dass die für feuchte Standorte unentbehrlichen Luftcanäle in die Rinde verlegt werden müssen. Hier bedürfen sie aber unter Umständen eines mechanischen Schutzes gegen radiale Druckkräfte. Diesem Zwecke entspricht eine peripherische Baströhre, die zuweilen noch durch dickwandige Parenchymzellen verstärkt wird. In Wasser und lockerer Erde ist diese Vorrichtung entbehrlich.

15) Eine ähnliche centripetale Tendenz, wie die Zugfestigkeit, bedingt auch der Widerstand gegen Abscheerung, der übrigens vorzugsweise bei Flächenorganen in Betracht kommt. Die betreffenden Verbindungen bestehen übrigens meist aus Xylem; nur bei den Blättern

von Maranta und einigen Palmen werden zu diesem Zweck die spezifisch mechanischen Bastzellen verwendet.

16) Wurzeln, welche ausnahmsweise als Stützen fungiren, wie bei Pandanus und Iriartea, sind dem entsprechend gebaut. Sie differiren von den im Boden vegetirenden Normalwurzeln derselben Pflanze.

17) Es gibt Bastbekleidungen (doch stets nur von geringer Mächtigkeit), welche augenscheinlich keinen andern Zweck haben, als dass sie dem Cambiform oder den Luftgängen etc. als feste Hülle dienen. Das Vorkommen solcher Bastbelege steht natürlich weder mit den Principien der Biegungsfestigkeit, noch mit denen der Zugfestigkeit in irgend einem Zusammenhang.

18) Wie die mechanischen Zellen vielfach durch dickwandiges Parenchym oder Xylem, das in erster Linie andern Zwecken dient, unterstützt werden, so vollziehen sie auch ihrerseits Nebenfunctionen verschiedener Art. Unter Anderem nehmen sie nicht selten Antheil an der Durchlüftung. Je mehr diess der Fall, desto grösser und zahlreicher werden die Poren und desto weiter die Lumina. Bei weiter gehender Anpassung in dieser Richtung erhalten die Poren trichterförmige Erweiterungen (einige Liliaceen), die ersten Andeutungen der Höfe, endlich grosse, linsenförmige Höfe, wie sie bei den Libriformzellen der Coniferen vorkommen (Dracaena, Cordyline). Die Bastzellen ersetzen jetzt die Gefässe.

19) Die Libriformzellen der Dracaenen sind metamorphosirte Bastzellen. Verfolgt man einen der grösseren Fibrovasalstränge des Blattes, z. B. von Cordyline australis, in seinem Verlaufe nach unten, so kann man sich leicht überzeugen, dass die normalen Bastbelege in der Blattbasis, wo die Streckung der Gewebe am längsten andauert, in zartwandiges Bastcambium auslaufen, dass aber weiter unten im Stamme an der nämlichen Stelle, und zwar

aussen am Cambiform, die fraglichen Libriformzellen auftreten.

20) Die allgemeineren Ergebnisse, welche in vorstehenden Thesen enthalten sind, gelten auch für die übrigen Gefässpflanzen, speziell auch für die Dicotylen. Nur sind die Verhältnisse hier beträchtlich complicirter, die Combinationen mannigfaltiger. Ueberdiess steht meine Auffassung mit herkömmlichen Anschauungen im Widerspruch. Die mechanischen Zellen (zunächst der einjährigen Triebe) kommen nämlich bald innerhalb und bald ausserhalb des Verdickungsringes zur Entwicklung, und zwar zum Theil in anatomisch durchaus übereinstimmenden Formen, die sich vom Bast der Monocotylen nicht unterscheiden. Es ist daher unstatthaft, anatomische Begriffe (Xylem, Phloem) auf die Lage der Zellen zum Verdickungsring, statt auf ihren anatomischen Character, dem hier zugleich die physiologische Bedeutung entspricht, zu basiren. Das sogenannte Xylem besteht nicht selten aus den ächtesten Bastzellen und gehört überhaupt fast durchgehends entweder ganz oder doch theilweise zum mechanischen System.

21) Das Collenchym spielt bei den Dicotylen eine viel grössere Rolle, als bei den Monocotylen. Es bildet hier das vorläufige mechanische System — gleichsam das Arbeitsgerüste — in streckungsfähigen Internodien. Dem entsprechend ist es schon vollständig ausgebildet zu einer Zeit, wo der Bast sich noch im cambialen Zustande befindet. Uebrigens besteht auch hier zwischen Bast und Collenchym keine scharfe Grenze.

Die ausführliche Begründung dieser Thesen behalte ich mir für eine spätere Veröffentlichung vor.

PHYSIK.

Ueber Farbenblindheit.

Von

Prof. Fr. Burckhardt.

Die Young-Helmholtz'sche Lehre von der Farbenempfindung hat wie in andere Gebiete der physiologischen Farbenlehre, so besonders auch in die Lehre von der Farbenblindheit Licht gebracht. Die mehr gelegentlich angestellten, nicht selten durch falsche Vorstellungen vom Wesen der Mischfarben und der Farbenempfindung irre geleiteten Beobachtungen an Farbenblinden haben den geordneten Untersuchungen mit Farbenscheiben und Spektrum Platz gemacht und präcisere Farbenbezeichnungen ermöglichen ein allgemeineres Verständniss. Denn nicht alle Untersuchungen früherer Zeit reichten an die Umsicht der Seebeck'schen Beobachtungsreihen und was die Theorie anbelangt, so ist nur wenig aus früheren Lehren als bewährt erfunden worden.

Hiezu gehört die Thatsache, dass sich die Verwechslungen mancher Augen auf eine Unempfindlichkeit für die rothen Strahlen zurückführen lassen, dass also die betreffenden Augen rothblind sind.

Helmholtz entnimmt diesem Umstande, dass die eine der Grundempfindungen Roth sein müsse.

Alle Farbenblindheit ist aber nicht Rothblindheit. Soviel mir bekannt ist, sind die ersten Fälle von Grün-

blindheit beobachtet worden von Preyer und beschrieben in Pflüger's Archiv für Physiologie Bd. I, pag. 299 ff.

Ich hatte selbst seit längerer Zeit Beobachtungen gesammelt, theils an rothblinden Augen, theils aber auch an nicht rothblinden und vermuthete Grünblindheit. An der genaueren Verfolgung derselben während längerer Zeit verhindert, wurde ich durch die auffallende Uebereinstimmung mancher Thatsachen mit den von Preyer beobachteten überrascht. Im Folgenden will ich einige dieser Thatsachen mittheilen und besprechen:

F I, ein hellblonder Knabe von 10 Jahren, zeigte seit seiner frühesten Jugend eine grosse Unsicherheit im Benennen der Farben und wurde durch wiederholte Fragen im Antworten etwas schüchtern; um so genauer bemerkte ich mir alle falschen Benennungen, die er ungefragt und ungesucht aussprach, und überzeugte ich mich von der grossen Konsequenz, welche aus seinen Irrthümern sprach. Ich führe zunächst einige seiner Verwechslungen an:

Die grünen Blätter der Rosskastanienbäume auf dem Münsterplatze in Basel erschienen ihm gleich gefärbt, wie das rothe Münster. Er bemerkte nicht den Farbenwechsel, welcher sich in den Blättern der Jungfernrebe und des Ruprechtskrautes im Herbste vollzieht; die abfallenden, rothen Blätter hatten für ihn die Farbe der frischen. Die Maikäfer, die Chocolade, den Fleischextrakt nannte er grün. Die braunen Blätter, welche lange an den Hainbuchenhecken hangen, erschienen ihm wie die Sommerblätter; er war sehr überrascht, sie im Winter ausgetrocknet zu finden. Er nahm keinen Unterschied wahr zwischen der Farbe eines frisch durchfurchten Ackers und dem daneben liegenden, aus dem die grüne Wintersaat hervorspross.

Warum sagt man aschgrau und grasgrün? Asche ist

doch rosenfarben und das Gras nicht anders gefärbt als der Acker? Oder er bewunderte die Farbe seiner staubigen Schuhe und fragte, ob er von diesem Staube nach Hause nehmen dürfe, um Rosen damit zu malen. Der graue Abendhimmel eines trüben Sommertages machte ihm einen freudigen Einddruck, weil er ihn rosa sah. Die Farbe des gesottenen Rindfleisches und des Esels nannte er grün. Unbewacht malte er eine lithographirte Zeichnung des St. Jakobsdenkmals (— nämlich des nun entfernten gothischen Pfeilers —) mit Umgebung; das röthliche Thürmchen malte er grün wie die Landstrasse, die grüne Böschung braun, das Schieferdach roth (hier mochte er an Ziegel denken).

Die Tafel, welche die von einem entschieden Rothblinden verwechselten Farben enthielt, fand er fast durchweg unrichtig und besonders erschien ihm unter den Verwechslungen von Grün und Roth das Rothe immer zu hell. Ein grünes Farbenblatt mit einem grauen zusammengeklebt, ohne Rücksicht auf sein Auge, konnte er nur dadurch unterscheiden, dass das grüne glänzte, das graue aber matt war. Ein sehr lichtschwaches Roth heisst er grün. Eine prächtig rothe Farbenscheibe, so gebogen, dass sie theilweise beleuchtet, theilweise beschattet ist, heisst er auf dem beleuchteten Theil roth, auf dem beschatteten grün.

Diese und zahlreiche andere Thatsachen liessen mich vermuthen, dass diese Augen grünblind seien. Für meine Augen, die ich in Beziehung auf Farbenempfindung für normalsichtig halten darf, sind bei allen vorkommenden Verwechslungen des Knaben die grünen Töne zu hell.

Auf einen weissen Schirm projizierte ich ein grosses objektives Spektrum, das die bedeutenderen Liniengruppen deutlich erkennen liess. Er bezeichnete die Farben in folgender Weise:

Das äusserste Roth nannte er dunkelgrün, das Roth der Linie B roth; orange, gelb, gelbgrün heissen gelb; das erste Blaugrün Rosa; von der Linie F an blau; zwischen G und H erschien wieder ein schmaler Streifen dunkelrosenfarben, alles Uebrige erschien als ein ins Unbestimmte verlaufendes Blau.

Ich liess ihn wiederholt das Fadenkreuz eines Spektroskopes auf den Rand des Spektrums einstellen, ebenso auf die beiden Stellen, welche er mit hell- und dunkelrosa bezeichnete, und fand einestheils, dass die Grenzen des Farbenbildes für sein Auge von den Grenzen für mein Auge kaum verschieden ist, anderntheils, dass er die Rosastellen mit grosser Sicherheit einzustellen pflegte. Die erste Stelle ist b $^3/_4$ F, die zweite G $^1/_3$ H.

Als Pigmente zu den Farbenscheiben wandte ich folgende an. Zinnober, Chromgelb, Parisergrün (dunkelgrün), Schweinfurtergrün (hellgrün), Ultramarin; dazu weisses Papier und Russpapier.

Ich führe als Beispiele folgende Farbengleichungen an:

20 Chromgelb + 278 Parisergrün + 62 Blau = 29 Weiss + 331 Schwarz. 200 Grün + 160 Weiss = 184 Schwarz + 176 Weiss = 181 Weiss + 45 Blau + 134 Roth.

F II. Der Grossvater des Knaben F. I mütterlicherseits gab mir Gelegenheit, eine Reihe von ihm kolorirter Pflanzen aus der bekannten Sammlung von Labram's Schweizerpflanzen mit den Originalien, welche ihm als Muster gedient hatten, zu vergleichen, und es mag nicht ohne Interesse sein, die verschiedenen bedeutenderen Verwechslungen aufzuzeichnen, da die Farben theilweise höchst charakteristisch und leicht angebbar sind.

Zuerst Roth, Grün, Braun.

Die Aehrchen von Scirpus palustris, die verwelkten niederständigen Blätter an der Blattrosette von Saxifraga

mutata, die Frucht der Mispel, die lederbraunen Zapfen der Lärche, die rothbraunen Beeren der Zaunrübe (Bryonia) und der Schmeerwurz (Tamus) wurden grün gemalt, in verschiedenen Nüancen, selbst die schuppenartigen Deckblätter einer Orobanche, dieser Negation alles Grünen, sind grün dargestellt.

Die im Original untermischt grünen und rothen Beeren von Arum maculatum sind alle roth copirt, die rothen Blüthen und die röthlichen Stengel des Wasserpfeffers grün und blaugrün; hingegen erhielten die leuchtend rothen Beeren der Stechpalme die Farbe von Cacao.

Rosa und Grau: Die rosafarbenen Blüthen der Brombeere wurden grau wiedergegeben.

Lila, Violett, Blau, Blaugrün. Die verschiedenen röthlich und bläulich violetten Töne, wie sie die Blüthen verschiedener Labiaten, Prunella, Betonica, Lamium zeigen, wurden mehr oder weniger graublau dargestellt, wie auch die Blüthenköpfe von Carduus crispus und Serratula arvensis, die beide roth-violett sind. Die röthlich angeflogenen Blüthen von Sagittaria erhielten einen bläulichen Ton, ebenso der frische röthliche Lärchenzapfen und die Blüthen des Dictamnus.

Neben allen diesen Verwechslungen sind andere Figuren sehr genau und charakteristisch wiedergegeben, so dass also die Irrthümer nicht aus einer allgemeinen Unsicherheit oder Ungeübtheit abzuleiten sind, wogegen übrigens schon die Konsequenz in den Verwechslungen zeugt.

Die Untersuchung mit einem grossen objektiven Spektrum, in welchem die wichtigeren Linien sehr deutlich zu erkennen waren, ergab Folgendes:

Das ganze Spektrum erscheint aus zwei Hauptfarben gebildet, welche der Farbenblinde mit Orange und Blau bezeichnet und welche fast ohne Uebergang an einander

grenzen, ungefähr bei der Linie F etwas gegen b hin. Einen neutralen Streifen sieht er nicht; das schönste Roth nannte er mit dem rechten Namen, zeigte die Grenze des Roth an derselben Stelle, wo ich sie auch hinverlegen würde und wenn durch einen, mit einem Schlitze versehenen Schirm alle übrigen Farben abgeblendet werden, so erkennt er noch einen Farbenstreifen so weit als ich selbst. Den brechbareren Theil des Spektrums nennt er blau. Werden die helleren Lichtstrahlen abgeblendet, etwa bis zur Doppellinie H, so bleiben noch mattviolette Strahlen übrig und das Spektrum ist, wohl durch Fluoreszenz des auffangenden Schirmes selbst, verlängert; so weit der Farbenblinde hier noch Licht sieht, und auch hier war eine Verkürzung nicht zu konstatiren, nannte er die Farbe grau oder dunkelgrün. Im Spektrum selbst findet er keine Stelle, welche er grün nennen möchte.

Ein rothes und ein braungelbes Glas erscheinen ihm, wie auch dem vorhergehenden und dem nachfolgenden Farbenblinden gleichgefärbt.

Schweinfurtergrün erscheint grau mit einem merklichen Stich ins Gelbe; sollte er die Farbe des Schweinfurtergrüns nachahmen, so würde er Gelb mit etwas Tusche dazu nehmen. Hiedurch wurde ich zu folgender ebenso genauen als bezeichnenden Farbengleichung geleitet:

360 Schweinfurtergrün = 50 Gelb + 105 Weiss + 205 Schwarz.

Es steht hier das helle Grün einem schmutzigen Gelblichgrau gegenüber, das für mein Auge entschieden dunkler als das Grün ist.

Diese Gleichung, die Neigung, alles Dunkle grün zu nennen, weil das Grün nicht wie andere Farben einen bestimmten, andern Farben analogen Eindruck hervorbringt, das unverkürzte Spektrum, alle diese Gründe

machen auch in diesem Falle Grünblindheit wahrscheinlich.

Zwei Brüder machen ähnliche Verwechslungen wie F II (A und K).

Die Verwandtschaftsverhältnisse werden später besprochen werden.

E B. Nichte des vorhergehenden Farbenblinden ist nicht mit einem bedeutenden Mangel an Farbensinn behaftet, jedoch zeigt sich bei gewissen, besonders bei abgeschwächten, dunklen und hellen Farben ein unsicheres Schwanken in der Benennung. Ein dunkelbraunroth nennt sie mit richtigem Namen, ein dunkelgrün, für ein normales Auge zweifellos grün, nennt sie schwarz; Fleischextract heisst grün, Violett und Blau werden verwechselt.

Die Untersuchung mit dem Spektrum und mit den Farbenscheiben hat mir keine bestimmten Anhaltspunkte gegeben. Ich führe eine Farbengleichung an:

65 Roth + 132 Weiss + 163 Schwarz = 207 Blau + 153 Gelb.

E F macht nahezu dieselben Verwechslungen wie F I.

Die Untersuchung mit dem objektiven Spektrum ergab Folgendes:

Auf den ersten Blick theilte er ein auf einen weissen Schirm projiziertes Spektrum in zwei Theile, einen gelben und einen blauen; beide gehen durch eine neutrale Stelle in einander über; diese neutrale Stelle kann grau oder auch rosenroth heissen. Die Enden des Spektrums sind nicht merklich verkürzt; das violette Ende scheint ihm einen etwas weniger farbigen Eindruck zu machen, als dem normalen Auge.

Die Bestimmung der Lage der neutralen Stelle ergab sowohl im objektiven als im subjektiven Spektrum, dass sie den Abstand der Linie b und F in Theile theilt, welche sich wie 3 : 4 verhalten, also den Abstand von

E F etwa halbiert; eine andere neutrale Stelle findet sich im Spektrum nicht; die Wellenlänge der neutralen Stelle wäre hienach ungefähr 505 (Milliontel's Millimeter); Preyer hat 511 bestimmt.

Als Verwechslungen hebe ich hervor, dass Schweinfurtergrün auf Thoneisenstein gestreut nicht als andere Farbe erkannt wird und dass der Strassenstaub rosenfarb erscheint. Der Farbenblinde hat einen Genuss an den Farben in der Natur, und liebt namentlich neutrale Töne, weil sie ihm den angenehmsten Eindruck machen. Auch sein Stammbaum zeigt näher anzugebende Verwandtschaftsverhältnisse Farbenblinder.

Farbengleichungen kann ich hier noch nicht aufführen.

Für zwei weitere Farbenblinde habe ich die Untersuchung nicht weit genug geführt; ich gebe nur einige Notizen.

E. St., unsicher im Benennen, macht keine sehr auffallenden Verwechslungen; reiht alles Grau der Gruppe des Grünen zu.

Farbengleichung:

117 Weiss + 243 Grün = 130 Weiss + 230 Schwarz.

A. P., entschieden rothblind, verwechselt Parisergrün mit Zinnober, Carmin heisst rothbraun.

Farbengleichung:

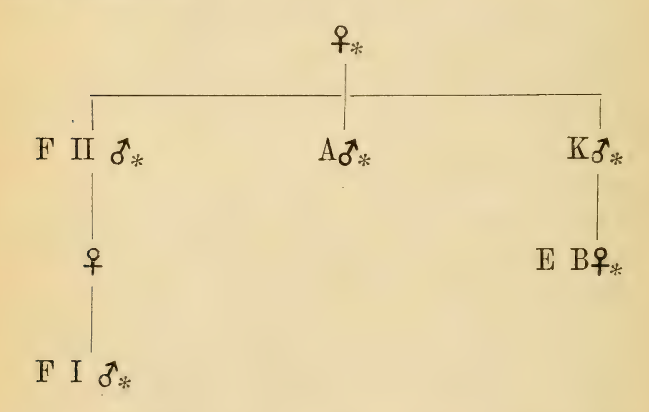
117 Gelb + 103 Blau + 140 Schwarz = 55 Weiss + 305 Roth. 35 Blau + 325 Roth = 40 Blau + 319 Grün.

Ein dunkelbraunrothes Quadrat umgeben von einem breiten schwarzen Rande, sieht er als dunkelschwarzes Quadrat in weniger dunklem Rande.

Im objektiven Spektrum, welches ihm auf der Seite der minder brechbaren Strahlen bis zur Linie B verkürzt erscheint, nennt er das Grün zwischen 495—505 grau; die Controle mit dem subjektiven Spektrum ergab konstant die gleiche Stelle.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass die Farbenblindheit erblich ist. Da ich bei mehreren der oben genannten Fälle Gelegenheit hatte, die verwandtschaftlichen Beziehungen zu ermitteln, so mag es nicht ohne Interesse sein, dieselben mitzutheilen.

F II erzählte mir, seine Mutter habe ihn als kleinen Knaben zur Schule geschickt in einer Jacke, welche aus einer grünen und einer braunen Hälfte zusammengenäht gewesen sei. Für Spott hatte er nicht zu sorgen. Wenn diese Thatsache als richtig anzunehmen ist, so muss wohl die Mutter auch farbenblind gewesen sein und dann erhalten wir folgende Verwandtschaft der genannten Farbenblinden (F I, F II, A, K, E B). Die Farbenblinden werden mit * bezeichnet.



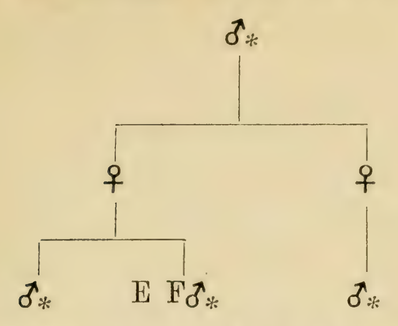
Wenn man nach dem angegebenen Indizium annehmen darf, dass die Grossmutter selbst farbenblind gewesen sei, wofür ich sonst keine Anhaltspunkte habe, so hätte sich in dieser Familie die Farbenblindheit vererbt

von Mutter auf Sohn 3mal

von Vater auf Tochter 1mal

von Grossvater (mütterlicherseits) auf Grosssohn 1mal.

Die Verwandtschaft von E F ergibt Folgendes:



In dieser Familie hat sich die Farbenblindheit vererbt von Grossvater (mütterlicherseits) auf Grosssohn 3mal.

E. F. erzählte mir von einem seiner Bekannten, der auch farbenblind ist, dass auch dessen Grossvater mütterlicherseits farbenblind gewesen sei.

A. P. hat auch einen farbenblinden Bruder von der gleichen Mutter und einen nicht farbenblinden Stiefbruder. Der Grossvater mütterlicherseits war auch in hohem Grade farbenblind.

Es wird durch unsere Ermittlungen die sonst schon beobachtete Thatsache bestätigt, dass sich die Farbenblindheit vorherrschend häufig von farbenblinden Männern durch nicht farbenblinde Weiber auf die männlichen Nachkommen vererbt. Ich werde übrigens den Gang der Erscheinung in den betreffenden Familien zu verfolgen mich bemühen.

Ich kann an diesem Orte die von Helmholtz der Vergessenheit entrissene, den Thatsachen der Beobachtung entsprechend modifizirte Theorie Youngs über die Wahrnehmung der Farben nicht als bekannt voraussetzen und theile daher in Kürze das Wesentlichste aus derselben mit.

Man kann die Farbenempfindungen auf drei Grundempfindungen zurückführen: Roth, Grün, Violett.

Es gibt im Auge drei Arten von Nervenfasern. Reizung der ersten erregt die Empfindung des Roth, Reizung der zweiten die des Grün, Reizung der dritten die des Violett.

Objektives homogenes Licht erregt die drei Arten von Fasern je nach seiner Wellenlänge in verschiedener Stärke; die rothempfindenden Fasern werden am stärksten erregt von Licht grösserer Wellenlänge u. s. w.; indessen erregt jede Spektralfarbe alle Arten von Fasern, aber die einen schwach, die andern stark und zwar erregt.

Das homogene Roth stark die rothempfindende, schwach die beiden andern Faserarten;

das homogene Gelb mässig stark die roth und grün empfindenden, schwach die violetten;

das homogene Grün stark die grünempfindenden, viel schwächer die beiden andern Arten;

das homogene Blau mässig stark die grün und violettempfindenden, schwach die rothen;

das homogene Violett stark die gleichnamigen, schwach die andern Fasern.

Erregung aller Fasern von ziemlich gleicher Stärke bringt die Empfindung von Weiss oder weisslichen Farben hervor.

Da die mindest brechbaren Strahlen am meisten die rothempfindenden Fasern erregen, die andern Strahlen aber auf diese nur eine ganz untergeordnete Wirkung ausüben, so muss, wenn die rothempfindenden Fasern fehlen, das Spektrum dem Rothblinden verkürzt erscheinen. Hiemit stimmen denn zahlreiche Beobachtungen überein, welche ich nicht wiederholen will. Man kann durch ein tiefblaues Kobaltglas alle mittleren Strahlen des Spektrums auslöschen und nur ein rothes und blaues Farbenbild behalten. Ist das rothe Farbenbild etwas abgeschwächt, so sieht es der Rothblinde gar nicht.

Wenn nun aber dem Auge die grün empfindenden Strahlen fehlen, was folgt dann aus der Theorie der Farbenempfindungen?

Man denke sich die einzelnen Farben des Spektrums als Abszissen auf einer Geraden aufgetragen, die Stärke der Erregung der rothempfindenden und der violettempfindenden Fasern als Ordinaten, so werden die Erregungsintensitäten beider Fasern durch Curven dargestellt sein, welche sich in einem Punkt schneiden müssen. Senkrecht unter diesem Punkt liegt auf der Abszissenachse die Farbe, welche beide Nervenfaserarten gleich stark erregt; gleich starke Erregung beider Faserarten bringt die Empfindung von Weiss oder Grau hervor; es muss also bei dem total Grünblinden ein grauer Streifen das Spektrum theilen. Diese Thatsache ist durch Preyer's und durch meine Beobachtungen festgestellt.

Ich habe nicht ganz genau dieselbe Wellenlänge für den neutralen Streifen gefunden, wie sie Preyer angibt. Es ist aber auch sehr wohl denkbar, dass die Lage des Punktes im Spektrum, der gleiche Erregung ausübt auf die rothempfindenden und die violettempfindenden Farben nicht eine ganz konstante sei. Wenn nämlich die beiden Curven für verschiedene Augen eine verschiedene Gestalt haben, so wird sich hiemit auch die Lage ihres Schnittes verändern. So gut wir nun durch die Thatsachen genöthigt sind, anzunehmen, dass es Augen von verschiedenem Grade der Farbenblindheit gibt, d. h. Augen, in denen — mit der Theorie gesprochen — die Fasern der einen Art vollständig fehlen, und andere, in denen sie minder empfindlich sind als im normalen Auge, ebenso wohl könnten wir in der verschiedenen Lage der neutralen Stelle einen Beweis finden für die Thatsache, dass die Erregungskurve für verschiedene Augen eine verschiedene Gestalt haben kann. Sind wir aber einmal dahin gelangt,

dies anzunehmen, so werden wir auch zu der weiteren Annahme geführt, dass von Auge zu Auge Verschiedenheiten in der Farbenwahrnehmung, sowohl in Bezug auf Qualität, als auf Intensität und Unterschiede vorkommen werden.

Anhang.

Aus einer farbenblinden Bernerfamilie F habe ich folgendes in Erfahrung gebracht:

Von zwei Brüdern A und B war letzterer farbenblind; A hatte einen farbenblinden Sohn, dieser drei nicht farbenblinde Töchter, von welchen zwei farbenblinde Söhne haben, jede zwei; unter diesen ist der eine farbenblinder Zwillingsbruder eines nicht farbenblinden. B aber hat eine nicht farbenblinde Tochter, von deren drei Söhnen zwei farbenblind sind, der dritte nicht. Dieser verheirathete sich mit einer nicht farbenblinden Grosstochter von A, einer entfernten Base, und erhielt von ihr einen farbenblinden Sohn.

Versuche über Fluorescenz.

Von

Ed. Hagenbach.

(Auszug aus Pogg. Ann. CXLI pag. 65, 232, 375, 508.)

Schon seit langer Zeit kannte man bei einigen Lösungen, z. B. dem Aufguss des Griesholzes (lignum nephriticum) die Eigenschaft, im auffallenden Lichte eine eigenthümliche Schillerfarbe zu zeigen, die ganz verschieden ist von der Farbe, welche der gleiche Körper im durchfallenden Lichte hat. Brewster und J. Herschel haben zuerst dieses

eigenthümliche optische Verhalten bei einer grösseren Anzahl von Körpern untersucht und glaubten dasselbe der eine mehr durch eine innere Dispersion, der andere durch eine eigenthümliche oberflächliche Reflexion des Lichtes zu erklären. Erst Stokes zeigte, dass man es hier mit einer Erscheinung zu thun hat, wo nicht nur das auffallende Licht in Folge von Reflexion und Absorption in Bezug auf seine Bestandtheile verändert wird, sondern wo der Körper unter dem Einflusse des auffallenden Lichtes selbstleuchtend wird und Licht ausstrahlt, das in seiner Brechbarkeit von dem auffallenden Lichte sich unterscheidet. Der genannte englische Forscher hat auch für diese Erscheinung den Namen Fluorescenz in die Wissenschaft eingeführt, da dieselbe besonders an einigen Flussspathvarietäten sich zeigt.

Schon Stokes hat eine grosse Anzahl von Körpern gründlich untersucht und dabei das wichtige Gesetz aufgestellt, dass die Brechbarkeit des Fluorescenzlichtes nie grösser sei als die Brechbarkeit des einfallenden, die Fluorescenz erregenden Lichtes. Seither sind durch verschiedene Forscher, ins Besondere durch V. Pierre, die Untersuchungen von Stokes theils bestätigt, theils auch erweitert worden.

Die Veranlassung, Untersuchungen über die Fluorescenz anzustellen, wurde mir dadurch gegeben, dass von verschiedenen Seiten Körper mit dieser interessanten Eigenschaft mir zugestellt worden sind. Ich erkannte zu gleicher Zeit, dass eine theoretische Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung nur möglich ist, wenn die Thatsachen durch Beobachtung genau festgestellt sind; desshalb habe ich meine Untersuchungen nicht nur auf die neuen, sondern auch auf andere schon früher untersuchte Körper ausgedehnt.

Mein Augenmerk habe ich hauptsächlich auf drei Punkte gerichtet:

1) Die Angabe der Grenzen und Maxima der Fluorescenz. Es handelt sich dabei darum anzugeben, in welchem Theile des Spectrums die Fluorescenz beginnt, und in welchem sie aufhört. Ferner ist zu bestimmen, ob nur ein oder mehrere Maxima der Fluorescenz vorkommen, und wo dieselben liegen.

Die Methode, deren ich mich dabei bediente, beruht darauf, dass das Sonnenspectrum direct auf die Oberfläche der Flüssigkeit geworfen wurde.

2) Die Ermittlung des Absorptionsspectrums für die fluorescirenden Substanzen und die Bestätigung des zuerst von Stokes deutlich ausgesprochenen Zusammenhanges von Absorption und Fluorescenz, der darin besteht, dass überall im Spectrum, wo Fluorescenz auftritt, damit eine Absorption der erregenden Strahlen verbunden ist.

3) Die spectralische Untersuchung des Fluorescenzlichtes. Es handelte sich dabei darum, die Ausdehnung des Spectrums des Fluorescenzlichtes zu bestimmen, ebenso die Lage des Maximums oder der Maxima, je nachdem das Spectrum nur an einer oder an mehreren durch verhältnissmässig dunklere Zwischenräume von einander getrennten Stellen eine grösste Helligkeit zeigte. Dabei war noch hauptsächlich darauf zu achten, ob bei Verschiedenheit der auffallenden und die Fluorescenz erregenden Strahlen auch Verschiedenheiten in dem von dem fluorescirenden Körper ausstrahlenden Lichte auftreten; es wurden desshalb verschiedene Lichtquellen zur Erregung des Fluorescenzlichtes angewandt.

Die Methode, die dabei zur Untersuchung diente, beruhte darauf, dass auf die Spalte eines grösseren Spectralapparates mit Hülfe passend angebrachter Spiegel das reine Fluorescenzlicht geworfen und dasselbe dadurch analysirt wurde.

Im Ganzen habe ich 36 Substanzen einer genauen

Untersuchung unterzogen; ich nenne hier davon einige, die vielleicht weniger bekannt sind.

Morin-Thonerde-Lösung. Diese äusserst schön mit Malachitfarbe fluorescirende Flüssigkeit wird, wie Goppelsröder gezeigt hat, erhalten, indem man den Morin-Thonerde-Niederschlag (Cubalack) in mit Salzsäure angesäuertem Alkohol löst.

Naphthalinroth (in England Magdalaroth genannt) in Alcohol gelöst. Dieser zu den Theerfarben gehörende Stoff ist zuerst von Schiendl in Wien gefunden und später von A. W. Hoffmann in Berlin genau untersucht worden. Auch diese Lösung fluorescirt ausserordentlich schön und stark, und zwar mit gelbem Lichte.

Thiomelansäure. Jedermann, der sich mit den Anfängen der Chemie beschäftigt hat, weiss, dass wenn man Alcohol und Schwefelsäure zusammengiesst, eine schmierige grünschwarze Lösung zurückbleibt. Erdmann hat dieser Substanz den Namen Thiomelansäure gegeben. Goppelsröder hat mich auf diese Fluorescenz aufmerksam gemacht.

Amid der Phtalsäure und Amid der Terephtalsäure. In dieser Weise bezeichne ich zwei Substanzen, deren alcoholische und aetherische Lösungen schön grün und blau fluoresciren, und die von Hugo Müller in London, dessen Gefälligkeit ich sie verdanke, als durch Reduction aus Nitrophtalsäure und Nitroterephtalsäure erhaltene Amidokörper bezeichnet wurden.

Phtaleïn des Resorcins oder Fluorescëin. Es ist diess eine prachtvoll grün fluorescirende Substanz, die mir von Ad. Baeyer zugeschickt worden ist.

Die einzelnen Resultate der Beobachtung gebe ich hier nicht; sie finden sich ausführlich in der Abhandlung in Poggendorff's Annalen; ich wende mich gleich zu einer Zusammenstellung der wesentlichen Folgerungen,

die aus den mannigfachen Beobachtungen sich ziehen lassen, wobei ich gleich zum Voraus bemerke, dass die unbefangene Besichtigung des Beobachtungsmaterials uns den Eindruck einer sehr grossen Mannigfaltigkeit gewährt. Es ist keine Frage, dass wir es hier mit einem Vorgange zu thun haben, der zu der grossen Gruppe physicalischer Erscheinungen gehört, welche durch die mit der stofflichen Beschaffenheit zusammenhängende moleculare Constitution bedingt sind, und wo eben jeder Körper gleichsam als besonderes Individuum mit eigenthümlichen charakteristischen Eigenschaften auftritt, und wo es desshalb sehr schwer ist, bestimmte allgemein gültige Gesetze aufzustellen. Im Folgenden will ich diess unter einigen besonderen Gesichtspunkten in kurzer Uebersicht auszuführen suchen.

Fluorescenz im Spectrum oder fluorescirende Spectren.

Die Frage, ob unter Umständen alle Strahlen des Spectrums im Stande sind, Fluorescenz zu erregen, können wir mit Ja beantworten. Wir könnten höchstens bei den rothen Strahlen, die vor der Linie B liegen, uns veranlasst sehen, sie von der Fluorescenz erregenden Eigenschaft auszuschliessen, indem mir allerdings keine Substanz bekannt ist, die vor dieser Stelle im Spectrum zu fluoresciren beginnt. Wenn man aber in Betracht zieht, dass das Fluorescenzlicht weniger brechbar ist als das erregende, so ist es sehr begreiflich, dass eine im äussersten Roth erregte Fluorescenz für unser Auge nicht mehr sichtbar ist.

Was die Ausdehnung der Fluorescenz im Spectrum betrifft, so zeigen sich uns sehr bedeutende Unterschiede bei den verschiedenen Substanzen. Es gibt Fälle, wo die Fluorescenz erst im violetten Theile nach der Linie G

beginnt, wie z. B. beim Flussspath und einer von mir untersuchten Lösung, die Bisulfanthrachinon enthalten soll, während die Fluorescenz in andern Fällen fast über das ganze Spectrum sich erstreckt, wie z. B. bei der ätherischen oder alcoholischen Lösung des Chlorophylls, der alcoholischen Lösung des Naphtalinrothes und der Thiomelansäure. Nach der violetten Seite hin erstreckt sich die Fluorescenz immer bis über die Linie H hinaus.

Was die Stärke der Fluorescenz im Spectrum betrifft, so ist sehr bemerkenswerth, dass in sehr vielen Fällen wir verschiedene Maxima der Fluorescenz bemerken können, die durch relative Minima von einander getrennt sind. Die Maxima sind durchaus nicht alle gleich stark, und auch der Abstand ihrer Lichtstärke zu derjenigen der Minima ist bald stärker bald schwächer.

In Bezug auf die Anzahl der Maxima der Fluorescenz haben wir die allergrösste Mannigfaltigkeit, so z. B. 7 Maxima bei der frischen Chlorophylllösung, 5 Maxima bei den Auszügen des Kienrusses mit Alcohol oder Terpentinöl, 3 Maxima beim Naphtalinroth, bei der alcoholischen Lackmuslösung, bei Purpurin in Alaun, beim Uranglas, 2 Maxima bei der weingeistigen Lösung des Guajakharzes, nur 1 Maximum bei der Morinthonerdelösung, bei der Thiomelansäure, bei den Lösungen von schwefelsaurem Chinin, Aesculin und Fraxin, beim Photen oder Anthracen, beim Petroleum, beim salpetersauren Uranoxyd.

Zusammenhang der Fluorescenz und Absorption.

Dass überall da, wo Licht Fluorescenz erregt, eine entsprechende Absorption eintritt, ist nach dem mechanischen Satze der Erhaltung der lebendigen Kraft zu erwarten. Bei allen meinen Beobachtungen hat sich desshalb auch diese der Fluorescenz entsprechende Absorption gezeigt, und das Absorptionsspectrum konnte häufig dazu

dienen, die Maxima der Fluorescenz etwas genauer zu bestimmen. Etwas auffallender ist, wie auch schon Stokes bemerkt hat, der Umstand, dass bei fluorescirenden Körpern im Allgemeinen jeder Absorption auch Fluorescenz entspricht, während diess ja durchaus nicht so zu sein brauchte, da ja sonst bei gefärbten Flüssigkeiten sehr häufig Lichtabsorption ohne entsprechende Fluorescenz vorkommt. Bei weitem in den meisten Fällen hat sich bei meinen Untersuchungen der Zusammenhang zwischen Absorption und Fluorescenz auch nach dieser Richtung gezeigt; doch sind mir ebenfalls Fälle vorgekommen, wo die Substanz ausser der der Fluorescenz entsprechenden Absorption noch eine besondere Absorption an einigen Stellen zeigte. Es ist diess der Fall bei der wässrigen Lackmuslösung, der Lösung von Purpurin in Soda, beim festen und beim gelösten salpetersauren Uranoxyd.

Spectren des Fluorescenzlichtes oder Fluorescenzspectren.

Der möglichst genauen Untersuchung und Beschreibung der sehr mannigfaltigen Fluorescenzspectren habe ich besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Ich hebe hier beispielsweise nur Einiges hervor, das mir besonderes Interesse darzubieten scheint.

Schon das sehr verschiedene Aussehen des Fluorescenzlichtes in Bezug auf Farbe zeigt grosse Mannigfaltigkeit, indem es roth, orange, gelb, grün, blau und violett fluorescirende Substanzen giebt; doch erst die Spectraluntersuchung giebt über die Farbe genauen Aufschluss.

In Betreff der Ausdehnung des Fluorescenzspectrums sind die Unterschiede sehr gross; die kleinste Ausdehnung hat wohl das Fluorescenzspectrum des Chlorophylls, es ist so schmal, dass man beinahe sagen kann, man habe homogenes rothes Licht. Andererseits haben wir eine

sehr bedeutende Ausdehnung des Fluorescenzspectrums bei der Thiomelansäure, dem Flussspath und andern mehr; in diesen Fällen enthält das Fluorescenzlicht Strahlen vom Roth bis zum Violett.

Ein ganz besonderes Interesse gewährt jedoch der Umstand, dass in sehr vielen Fällen die Fluorescenzspectren sehr bedeutende Unterbrechungen in der Lichtintensität zeigen; es sind dann Spectren, die aus einer Anzahl heller Banden, Maxima der Lichtintensität, bestehen, die durch mehr oder weniger dunkle Banden von einander getrennt sind. Doch ist dabei zu bemerken, dass die hellen Banden durchaus nicht plötzlich, sondern nach und nach in die dunklen Banden übergehen, und diese nicht vollkommen dunkel, sondern nur mehr oder weniger ausgesprochene relative Minima der Lichtintensität sind. Wir haben in dieser Weise beispielshalber 8 Maxima der Fluorescenz beim salpetersauren Uranoxyd, 6 Maxima beim Photen oder Anthracen und Petroleum, 5 Maxima beim Uranglas und den Kienrussextracten, 3 deutlich ausgesprochene Maxima bei der Guajaklösung, weniger deutlich beim Fluorescëin, 2 Maxima deutlich beim alcoholischen Lackmusauszug, bei der Orseillelösung und bei der frischen ätherischen Chlorophylllösung, weniger deutlich ausgesprochen beim oxydirten Brasilin, dem schwefelsauren Chinin, dem Aesculin, der Curcumatinktur. Nur ein Maximum also keine Intermittenz in der Lichtintensität zeigen die Fluorescenzspectren der Morinthonerdelösung, des Naphthalinrothes, der Thiomelansäure, des Flussspathes.

Der Grad des Helligkeitsunterschiedes zwischen Maxima und Minima ist ausserordentlich verschieden; sehr deutlich und scharf als einzelne helle Streifen sind die Maxima ausgeprägt im Fluorescenzspectrum des salpetersauren Urans, während z. B. andererseits beim Fluorescëin, das in Bezug auf Fluorescenzfarbe dem salpetersauren

Uranoxyd zum Verwechseln ähnlich ist, die Unterschiede in der Helligkeit nur schwer bemerkbar sind.

Man könnte vermuthen, dass die Intermittenz beim Fluoresciren im Spectrum im Zusammenhang stehe mit der Intermittenz im Fluorescenzspectrum und die eine die andere bedinge. Es giebt Fälle, die für einen solchen Zusammenhang sich anführen liessen; so zeigen z. B. die Auszüge aus Kienruss 5 Maxima der Fluorescenz im Spectrum und auch wieder 5 Maxima im Fluorescenzspectrum. Allein viele andere Fälle zeigen, dass hier jedenfalls kein einfacher Zusammenhang stattfindet. Die Lösung des frischen Chlorophylls zeigt 7 Maxima der Fluorescenz und nur zwei Maxima im Fluorescenzspectrum; das Naphtalinroth zeigt sehr deutlich ausgesprochen 3 Maxima der Fluorescenz im Spectrum, während im Fluorescenzspectrum keine Spur von Intermittenz zu bemerken ist. Umgekehrt zeigt das salpetersaure Uranoxyd, das 8 sehr scharf ausgeprägte Maxima im Fluorescenzspectrum hat, keine Intermittenz der Lichtstärke beim Fluoresciren im Spectrum.

Die Intermittenz des Fluorescirens im Spectrum sowohl als die Intermittenz des Fluorescenzspectrums mag in einigen Fällen, wie z. B. bei den Lösungen von Guajak, Purpurin, Orseille, Lackmus, sich daraus erklären, dass wir es mit Gemengen verschiedener Farbstoffe zu thun haben. In anderen Fällen jedoch, wo reine krystallisirte Substanzen zur Untersuchung vorlagen, wäre es gewiss eine sehr gewagte Hypothese, die Intermittenz auf ein Gemenge zurückzuführen.

Stokes'sches Gesetz.

Schon in den einleitenden Worten haben wir das Stokes'sche Gesetz erwähnt, das darin besteht, dass die Brechbarkeit des Fluorescenzlichtes nie grösser ist als die

Brechbarkeit des Lichtes, welches die Fluorescenz erregt. In neuerer Zeit ist hauptsächlich von Lommel die Richtigkeit des Stokes'schen Gesetzes bezweifelt worden, wobei sich dieser Forscher auf Untersuchungen mit Naphtalinroth und Chlorophyll stützte. Meine Untersuchungen haben mich entgegengesetzt den Ansichten von Lommel von der vollkommenen Richtigkeit des Stokes'schen Gesetzes in allen Fällen überzeugt. Verschiedene andere Gesetze jedoch, die man über die Erscheinung der Fluorescenz aufzustellen versuchte, sind durch meine Untersuchungen nicht bestätigt worden.

Einfluss des Lösungsmittels.

Die Flüssigkeit, in welcher die fluorescirende Substanz aufgelöst ist, hat mitunter Einfluss auf die Fluorescenz; doch lassen sich auch hier keine bestimmten Gesetze aufstellen. Es giebt sich dieser Einfluss in mehreren Fällen, wie bei den Lösungen des Amides der Phtalsäure des Chlorophylls, des Purpurins, daran zu erkennen, dass bei der Fluorescenz im Spectrum die ätherischen Lösungen die Maxima der Fluorescenz etwas nach der violetten Seite verschoben zeigen. Auch die Farbe des Fluorescenzlichtes und die Lage der Maxima des Fluorescenzspectrums wird in einigen Fällen, wie z. B. bei dem Amid der Phtalsäure und den Auszügen aus Kienruss durch das Lösungsmittel beeinflusst. Auf der andern Seite giebt es wieder Fälle, wo das Lösungsmittel gar keinen Einfluss weder auf die Fluorescenz im Spectrum noch das Fluorescenzspectrum zu haben scheint.

Einfluss des Aggregatzustandes.

Die Frage, ob das Fluoresciren im festen Zustande das Fluoresciren im gelösten Zustande nach sich ziehe,

und umgekehrt, muss je nach der Beschaffenheit der Körper auf ganz verschiedene Weise beantwortet werden.

Es giebt Körper, die im festen Zustande fluoresciren und im gelösten gar nicht, so z. B. das Bariumplatincyanür.

Es giebt Körper, die im festen Zustande stark fluoresciren und im gelösten schwach, so z. B. das salpetersaure Uranoxyd.

Es giebt auch Körper, die im festen und gelösten Zustande stark fluoresciren, so z. B. das Photen oder Anthracen, der Malzzucker, der Curcumafarbstoff.

Es giebt ferner Körper, die im festen Zustande wenig fluoresciren und im gelösten stark, so z. B. das Aesculin, das schwefelsaure Chinin, das Chlorophyll, die Amide der Phtalsäure und der Terephtalsäure.

Es giebt endlich Körper, die im festen Zustande gar nicht fluoresciren, sondern nur im gelösten, so z. B. das Naphtalinroth.

Zusammenhang von Phosphorescenz und Fluorescenz.

In wiefern Phosphorescenz und Fluorescenz als zwei wesentlich oder nur graduell verschiedene Erscheinungen aufzufassen sind, ist immer noch nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden; doch drängt vieles nach der letztern Ansicht.

Eine entscheidende Antwort auf diese Frage kann nur gegeben werden, wenn es möglich wird, eine kleine Andauer der Lichtausstrahlung auch bei einigen stark fluorescirenden Flüssigkeiten nachzuweisen. Ich habe diess zwar versucht; allein es ist mir nicht gelungen. Doch kann ich diesen Versuch nicht als entscheidend anführen, da mein Apparat nur im Stande war, eine Andauer von $^1/_{1300}$ Secunde oder mehr nachzuweisen, während es offenbar bei diesen Versuchen nöthig wäre, mit einem Apparate

zu experimentiren, der noch um ein Bedeutendes weiter zu gehen gestattete.

Es sei hier noch bemerkt, dass die Fluorescenzspectren mit Intermittenz, die wir bei manchen Körpern untersucht und beschrieben haben, sehr ähnlich sind manchen von Edm. Becquerel untersuchten Spectren phosphorescirender Körper, so dass also auch von dieser Seite her eine gegenseitige Annäherung der beiden Erscheinungen angebahnt ist.

Theorie der Fluorescenz.

Auf die Kritik der verschiedenen Theorieen, die zur Erklärung der Fluorescenzerscheinung aufgestellt worden sind, will ich hier nicht näher eintreten. Ich erlaube mir nur die Behauptung, dass keine der bis jetzt aufgestellten Theorieen im Stande ist, die grosse Mannigfaltigkeit der besprochenen Erscheinungen zu erklären, und dass es auch nicht so bald eine Theorie thun wird.

Dass schon die theoretischen Betrachtungen von Stokes die richtigen Grundsätze einer Theorie enthalten, wird wohl allgemein anerkannt werden müssen. So werden wir annehmen müssen, dass die den Körper treffenden Aetherschwingungen die Moleküle des Körpers in Bewegung setzen und ihn zu einem selbstleuchtenden Körper machen. Wir haben somit eine gewisse Aehnlichkeit mit dem akustischen Vorgange des Mittönens. Allein in einem Punkte ist die Verschiedenheit sehr gross; die Untersuchung der Spectren des Fluorescenzlichtes, das durch homogenes Licht erzeugt ist, ergiebt als dessen Bestandtheil nicht auch homogenes Licht, d. h. nicht eine bestimmte Lichtsorte, sondern eine unendliche Anzahl in Bezug auf die Wellenlänge stätig in einander übergehender Lichtsorten. In dieser Beziehung schliessen sich die Fluorescenzspectra an die Spectra der glühenden festen Körper

an. Wenn das von einem gleichartigen Körper ausstrahlende Licht eine solche unendliche Mannigfaltigkeit von Schwingungsdauern hat, so ist die Erzeugung derselben, wie diess auch schon Stokes gezeigt hat, nur denkbar unter der Wirkung von Kräften, die nicht nur der ersten Potenz des Ausschlages proportional sind, und die also Schwingungen liefern, deren Schwingungsdauer eine Function des Ausschlages ist. Schon beim Glühen eines festen Körpers unter dem Einfluss einer hohen Temperatur müssen wir solche Schwingungen annehmen, da wir sonst nicht im Stande sind von dem continuirlichen Spectrum des Glühlichtes uns Rechenschaft zu geben. Die genaue theoretische Lösung des Problemes des Glühens eines festen Körpers ist nun nach meiner Auffassung die einfachere und leichtere Aufgabe, deren klare Lösung schon vorliegen muss, wenn wir zu der gewiss complicirten Aufgabe der Erzeugung des Fluorescenzlichtes schreiten wollen. Das Glühen der festen Körper bei hoher Temperatur ist bekanntlich für die Körper von ganz verschiedener Natur gleich, es scheint somit unabhängig von der inneren Molekularconstitution zu sein; während dieselbe bei dem Fluorescenzglühen in hohem Grade massgebend ist und als weitere Complication hinzutritt. Für die Rechtfertigung des Stokes'schen Gesetzes hat bekanntlich Stokes selbst einen einleuchtenden theoretischen Gesichtspunkt eröffnet; doch ist gewiss noch manches andere dabei in Berücksichtigung zu nehmen, ausser der sehr complicirten Molekularconstitution wohl auch die grössere Masse des erregten Körpermoleküls gegenüber dem erregenden Aetheratom; eine genaue Erklärung des Stokes'schen Gesetzes kann jedoch nur die Folge einer durchgeführten Theorie der Fluorescenz überhaupt sein; und da wir diese noch nicht besitzen, so werden auch alle Erklärungen des Stokes'schen Gesetzes nur als vorläufige lückenhafte Hypothesen

dastehen können. Alle Theorieen der Fluorescenz aber, aus denen das Stokes'sche Gesetz nicht folgt, oder aus denen gar eine Abweichung vom Stokes'schen Gesetze sich ableiten lässt, können nach meiner Ansicht keinen Anspruch auf Annehmbarkeit machen.

Basel, im Januar 1872.

PHYSIOLOGIE.

Ueber Gewichtsveränderungen neugeborner Kinder.

Von

Prof. J. J. Bischoff.

Vorgetragen den 22. März 1871.

Wenn früher oft schon die Waage zur Wägung Neugeborner zur Hand genommen wurde, so geschah es entweder zur Eruirung des durchschnittlichen Gewichtes der Kinder in den verschiedenen Graden der Reife, um damit im concreten Falle dem Gerichtsarzte eine Handhabe mehr zur Altersbestimmung eines Kindes zu geben, oder zur Ermittlung des Gewichtsunterschiedes zwischen Knaben und Mädchen oder zwischen Kindern Erst- und Mehrgebärender. Den grossen Werth fortgesetzter Wägungen zur Beurtheilung des Ernährungszustandes, also des Gedeihens der Kinder hat man bis vor Kurzem noch ganz übersehen, und doch lässt sich eine ernstere Erkrankung besonders der Verdauungsorgane, welche ja das Hauptcontingent der Krankheiten der ersten Lebenszeit liefern, aus keinem Zeichen beim Säugling früher erkennen als aus der Gewichtsabnahme.

Die Wägungen bieten das beste Controlmittel für gehörige Ernährung. Eine stetige Zunahme des Gewichts spricht für eine richtige Wahl der Nahrung, eine Abnahme oder zu schleichende Zunahme zeigt uns einen Missgriff in dieser Wahl an.

Will man aber die Waage zur Controle benutzen, so

muss man vorerst die Gewichtsveränderungen unter normalen Verhältnissen kennen. Es wird darauf ankommen, bei einer grossen Reihe kräftiger, von gesunden Müttern genährter Kinder, die nie irgend ein Zeichen von Erkrankung geboten, tägliche Wägungen vorzunehmen und aus den gefundenen Zahlen ein Wachsthumsgesetz von wenigstens annähernder Gültigkeit aufzustellen.

Solche grössere Wägungsreihen sind denn auch seit 1858 unter Trélat, später unter Hervieux in der Pariser Maternité, seit 1866 unter Hardy im Hôpital St. Louis durch Dr. Odier aus Genf und Réné Blache und seit 1867 im Hôpital des enfants trouvés in Paris angestellt worden. Seit Frühjahr 1868 werden in der Gebärabtheilung des Basler Bürgerspitales alle Kinder täglich gewogen.

Alle Beobachter mussten bestätigen, was zuerst Chaussier gefunden und Quetelet bekannt gemacht hatte, nämlich dass in den ersten Lebenstagen constant eine Gewichtsabnahme eintritt. Ueber die Dauer dieser Abnahme, über deren Grösse, über die Zeit, zu welcher das Initialgewicht wieder erreicht wird, differiren die Angaben.

Wenn allerdings die erste Wägung nicht bald nach der Geburt vorgenommen wird, so kann die Abnahme übersehen werden, und so konnte darum Ritter von Rittershain, gestützt auf die Wägungen von 144 Kindern, welche 1866 in der böhmischen Landesfindelanstalt Aufnahme gefunden, die Constanz dieser Abnahme läugnen. Er gibt in seinem Berichte selbst zu, nicht alle Kinder gleich nach der Geburt gewogen zu haben.

Als Ursache der Abnahme muss natürlich das Plus der Abgabe von Darminhalt, Urin, von durch die Lunge exhalirten und durch die Haut perspirirten Stoffen gegenüber der Nahrungszufuhr angesehen werden.

Es fragt sich nun, ob diese Abnahme, welche, weil sie so constant unter den verschiedensten äussern Verhältnissen

gefunden wird, als eine physiologische bezeichnet werden muss, dem neugebornen Menschen allein zukommt, oder ob er sie gemein hat mit andern Geschöpfen.

Kehrer nahm zur Beantwortung dieser Frage Thierwägungen vor. Er wog junge Katzen, Hunde, Kaninchen und fand, ausser in Fällen von Krankheit des Mutterthieres oder Vernachlässigung der Jungen durch dasselbe, bei der 1 bis 24 Stunden nach der Geburt vorgenommenen zweiten Wägung fast constant eine Zunahme. Kehrer gibt aber zu, dass auch bei diesen Thieren durch Abgabe von Darminhalt etc. etc. gleich nach der Geburt eine Abnahme eintreten müsse, dass aber der Ersatz so rasch einträte, dass nach 1 bis 24 Stunden das ursprüngliche Gewicht schon überschritten ist.

Unter den bis jetzt zu Gewichtsbestimmungen benutzten Thieren verhalten sich einzig, wie Edlefsen in Kiel gefunden, die Meerschweinchen wie der menschliche Neugeborne. Von 66 Meerschweinchen zeigten nur 5 nach 12 bis 24 Stunden keine Abnahme, 61 nahmen ab und dies trotz aller Cautelen wie gute Ernährung des Mutterthieres, sorgfältiges Abtrocknen der Jungen nach der Geburt, um nicht durch Verdunstung des anklebenden Fruchtwassers eine Fehlerquelle zu erhalten.

Genau genommen handelt es sich hier nur um graduelle Unterschiede, um raschere oder langsamere Deckung des Verlustes. Die hierbei wirksamen Faktoren sind einmal die Verschiedenheit in der Anhäufung von Ernährungsmaterial in den Milchdrüsen und dann das verschiedene Verhalten des Neugebornen in Bezug auf das Nahrungsbedürfniss.

Bei Hunden, Katzen und Kaninchen ist Colostrum vor der Geburt massenhaft angehäuft und fliesst da schon tropfenweise aus oder es kommt diese Anhäufung wenigstens unter dem Einflusse der Wehen zu Stande. Jedenfalls findet das eben geworfene Junge Nahrung im Ueberflusse.

Beim menschlichen Weibe ist unzweifelhaft ebenfalls schon in der ganzen zweiten Hälfte der Schwangerschaft Colostrum da, ja es fliesst bei vielen schwangern Frauen spontan aus, allein selten sind diese Mengen erheblich. Eine merkliche Vergrösserung der Brüste unter der Geburt, welche eine rasche Sekretionssteigerung andeutete, findet nicht statt; es dauert meist zwei bis drei Tage, bis die sogenannte Milchcongestion eintritt, und selbst in dieser Zeit findet das Kind, der schweren Entleerbarkeit der Brüste wegen, nicht einmal viel Nahrung, erst vom vierten Tage an wird ihm diese bequem und in Menge geboten.

Dass das Colostrum übrigens wirklichen Nährwerth besitzt und nicht etwa bloss ein natürliches Purgans ist, wie man früher annahm, wird jetzt wohl von Niemand mehr bezweifelt werden dürfen. Der im Vergleiche mit der wirklichen Milch grössere Reichthum an Albuminaten und Fett spricht a priori dafür, sowie auch die Beobachtung, dass gerade bei den kleinen Säugern eine frühere Gewichtszunahme stattfindet, während bei ihnen die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung zwischen Colostrum und Milch, besonders betreffs des grössern Salzgehaltes, worauf man gerade die Theorie des Nichtnährens resp. Purgirens baute, viel bedeutender sind als bei dem menschlichen Weibe.

Die Thatsache, dass auch bei den naturwüchsigsten, von der Civilisation noch wenig oder gar nicht berührten Völkern die Milchabsonderung viel später eintritt als bei Thieren, weist den Verdacht zurück, als ob diese Verspätung eine Folge der durch die Cultur entstandenen Entartung des Menschengeschlechtes sei und nicht auf einem minder innigen reflektorischen Zusammenhange zwischen Genitalien und Brüsten beruhe.

Der zweite Faktor, das Verhalten des Neugebornen,

ist durchsichtig genug. Eben geworfene Katzen, Hunde, Kaninchen, wenn auch anfänglich blind, drängen sich, durch das Tastgefühl geleitet, oft noch am Nabelstrange hängend, zu den Warzen und beginnen nun ein fortwährendes, nur vom Schlafe unterbrochenes Saugen. Nur wenig länger gedulden sich Schweine, Schafe und Ziegen. Nicht so das neugeborne Kind, das auf sich selbst angewiesen zu Grunde ginge und von der Mutter an die Brust gelegt werden muss. Meistens vergehen selbst bei starken, ausgetragenen Kindern einige Stunden, bis sie zu kräftigen Saugbewegungen kommen. Frühgeborne brauchen Tage dazu. Ganz natürlich kann dabei die Summe der Abgaben, die allein für die Mekoniumentleerung häufig 80—100 grmm. im Tag beträgt, nicht gleich ersetzt werden. Die Waage zeigt Abnahme.

Das spät erst gehörig eingeleitete Saugen ist gewiss auch mit die Ursache der Verspätung in der Milchabsonderung und diese bedingt wiederum mangelhafte Nahrungszufuhr für das Kind. Uebrigens ist es sehr fraglich, ob der Verlust jemals gleich gedeckt würde, wenn auch dem Kinde gleich nach der Geburt eine Milch im Ueberfluss haltende Brust gereicht würde. Das Nahrungsbedürfniss des Kindes ist anfangs sehr gering. Nach Bouchaud's Beobachtungen nimmt das Kind am ersten Tage bei jeder Stillung nur drei grmm. Milch auf, die Gesammtzufuhr, wenn zehnmal in 24 Stunden die Brust gereicht wird, beträgt demnach 30 grmm. Am zweiten Tage werden schon $10 \times 15 = 150$, am dritten $10 \times 40 = 400$, am vierten $10 \times 55 = 550$ grmm. aufgenommen. Einstweilen müssen wir die Abnahme als eine physiologische ansehen, wobei aber immerhin darauf Bedacht genommen werden sollte, durch eine reichlichere Ernährung der Mutter am Ende der Schwangerschaft und gleich nach der Geburt, sowie durch frühzeitigeres Anlegen des Kindes den Eintritt stärkerer Milchsekretion zu be-

schleunigen und dadurch die Dauer und Grösse der Abnahme etwas zu verringern.

Ich will hier kurz einige der bei den in den letzten drei Jahren vorgenommenen Wägungen gewonnenen Resultate niederlegen, wobei ich mir vorbehalte, später nach Vermehrung des Materials diese Schlusssätze zu vervollständigen, vielleicht auch in Bezug auf die Zahlen zu verändern.

1. Es findet ausnahmslos eine Gewichtsabnahme durchschnittlich während drei Tagen beim neugebornen Kinde statt, und zwar während 3,1 bei Knaben, 2,8 bei Mädchen, 3,3 bei Kindern Erstgebärender, 2,6 bei Kindern Mehrgebärender.

2. Auch durch reichliche Nahrungszufuhr zur Mutter und durch frühzeitiges Anlegen der Kinder an die Brust werden diese Zahlen nicht verkleinert. (Im Gegensatze zu den Beobachtungen Gregorys).

3. Das ursprüngliche Gewicht wird durchschnittlich mit 11,4 Tagen erreicht und zwar von Knaben mit 10,4, von Mädchen mit 13,5. — (Im Gegensatze zu Bouchaud, nach dessen Wachsthumsgesetz das Initialgewicht zwischen dem 4. und 7. Tage erreicht wird. Zwischen Kindern Erst- und Mehrgebärender liess sich ein Unterschied nicht finden.

4. Die durchschnittliche Abnahme beträgt 200—300 grmm., am häufigsten 220 bis 260. Im Minimum 10, im Maximum (wo doch noch während des Spitalaufenthaltes die Erreichung des Initialgewichts beobachtet werden konnte) 530.

Bei Abnahme von über 400 grmm. wurde selten die Wiedererreichung des ursprünglichen Gewichtes beobachtet. Knaben und Kinder Erstgebärender zeigen höhere Zahlen der Abnahme.

5. Die Abnahme am ersten Tage schwankt zwischen 10 und 400 grmm.; durchschnittlich beträgt sie 100 grmm.

6. Die tägliche Gewichtszunahme ist sehr schwankend.

Abgesehen von den Fällen, in denen nie eine solche beobachtet werden konnte, bewegt sie sich zwischen Bruchtheilen eines gramm und 34½ grmm. im Tag.

7. Bei frühgebornen und bei künstlich ernährten Kindern ist die Dauer und Grösse der Abnahme ungleich bedeutender.

8. Bei länger andauernden und besonders bei mit hohem Fieber verbundenen Krankheiten der Mütter ist ein schlechteres Gedeihen Regel. Kürzere Erkrankungen der Mütter haben keinen oder nur geringen Einfluss.

9. Bei allen Erkrankungen der Kinder tritt Gewichtsabnahme ein, und zwar oft viel früher ehe irgend ein anderes Symptom von Kranksein gefunden worden war.

10. Der von Winckel behauptete Zusammenhang der beginnenden Gewichtszunahme mit dem Abfalle der Nabelschnur findet, wie auch Gregory nachgewiesen, nicht statt.

MINERALOGIE
und
GEOLOGIE.

Ueber einige neue Erwerbungen der mineralogischen Sammlung des Museums.

Von

Prof. Albr. Müller.

(Vortrag vom 11. December 1872.)

In den letzten Jahren hat unsere öffentliche mineralogische Sammlung theils durch Schenkungen, theils durch wiederholte Ankäufe aus dem reichhaltigen Mineralienlager des seit Kurzem hier niedergelassenen Hrn. F. H. Hoseus einen ziemlich beträchtlichen Zuwachs erfahren.

Die bedeutendste Erwerbung datirt jedoch aus der jüngsten Zeit, indem es mir gelang, aus der schönen Sammlung des in diesem Frühjahr verstorbenen Herrn Bergbauverwalters G. L. Beckh in Thun eine Anzahl für unser Museum werthvoller Stücke auszuwählen und zu sehr günstigen Bedingungen anzukaufen. Eine andere Parthie hatte, gleichzeitig mit mir, Herr Edm. v. Fellenberg für das Berner Museum ausgesucht und denselben Durchschnittspreis angeboten. Die Auswahl geschah schon im April, jedoch erst im October wurde uns das Ausgewählte zu den angebotenen Preisen zugeschlagen, nachdem sich kein Liebhaber für die ganze Sammlung eingefunden hatte.

Von dem Verstorbenen war ich noch auf seinem Todbette ersucht worden, seine Sammlung neu zu ordnen

und zu bestimmen, was ich ihm natürlich gerne zusagte. Ich fand bei der Ausführung dieses Versprechens Gelegenheit, das reiche vorhandene Material näher kennen zu lernen. Waren auch wenige Stücke ersten Ranges dabei, so war doch die Zahl guter, ansehnlicher Stücke beträchtlich. Ich nahm ein genaues Verzeichniss auf.

Wie zu erwarten, so waren die gewöhnlichen schweizerischen Vorkommnisse ziemlich gut vertreten, wenn auch lange nicht in der Pracht und Vollständigkeit, wie in der ausgezeichneten Sammlung meines verehrten Freundes Herrn Dr. D. F. Wiser in Zürich. Dagegen waren die in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts in Flor gestandenen berühmten Minenorte in England, Ungarn und besonders Deutschland, namentlich der Harz und das Erzgebirge, wo Herr Beckh seine bergmännischen Studien gemacht, gut repräsentirt. Viele dieser oft citirten Vorkommnisse haben jetzt einen viel höheren Werth als damals und sind nur mit Mühe aufzutreiben, indem die betreffenden einst so reichen Minen theilweise seitdem eingegangen sind.

Unter den nichtmetallischen Mineralien zeichneten sich die bekannten Spathe, wie Flussspath, Apatit, Barytspath, Coelestin, Witherit, namentlich aber Kalkspath, durch schöne Exemplare und durch Formenreichthum aus, ebenso die Zeolithe, Feldspathe und andere bekannten Silicate, unter den metallischen die Silbererze.

Mein Augenmerk war bei der Wahl der Stücke weniger auf Prachtexemplare gerichtet, als vielmehr auf gute charakteristische Stücke und mannigfaltige wohl ausgebildete Krystallformen. Ganz besonders aber war ich auf Ausfüllung der vorhandenen Lücken bedacht und auf Ersetzung mittelmässiger Exemplare durch bessere, wobei freilich noch manches schöne, wünschbare Stück zurückgelassen werden musste. Dagegen wurde möglichst

Alles genommen, was auf die Entwicklungsgeschichte der Mineralien und Metamorphismus Bezug hat, worunter mehrere lehrreiche Pseudomorphosen.

Im Ganzen betrug die Zahl der aus der Beckh'-schen Sammlung ausgewählten Stücke oder Nummern gegen 350 Stück.

Unter dieser ansehnlichen Zahl sollen im Nachfolgenden nur eine kleine Auswahl besonders schöner, lehrreicher oder sonst bemerkenswerther Stücke hervorgehoben werden, wobei wir dem in mancher Beziehung zweckmässig geordneten, obgleich selten mehr benützten, System Blum's folgen wollen, nach welchem auch sowohl unsere öffentliche, als die berühmte Wiser'sche Sammlung in Zürich aufgestellt ist. Bekanntlich hat sich bis jetzt noch kein System allgemeinen Beifalls erfreut und Jeder folgt seiner individuellen Neigung, wobei es erlaubt ist, nach Gründen der Zweckmässigkeit zu handeln. Zugleich sind auch einige neulich erhaltene nicht Beckh'sche Stücke mit besonderer Angabe der Herkunft beigefügt.

I. *Nichtmetallische Abtheilung.*

Für die Krystallformen sind die Naumann'schen Zeichen gewählt, wobei jeweilen die am stärksten vorherrschenden Flächen zuerst folgen.

Die Grössenangaben sind in Pariser Linien (L) zu $2^1/_4$ Millimeter, oder auch in Zollen (Z).

Graphit. Stengl. G. von der berühmten, nun erschöpften, Grube von Borrowdale in Cumberland.

Steinsalz. $\infty O \infty . \infty O 4$. Zwei Würfel von 11 und 15 L. Kantenlänge, mit deutlichen, obgleich etwas unregelmässigen, Anfängen von doppelten Abstumpfungen der Kanten durch den Pyramidenwürfel $\infty O 4$, eine meines Wissens beim Steinsalz seltene Form. Die Würfelflächen besitzen flache Eindrücke, von $1—1^1/_2$ L. Durchm.,

die einem ähnlichen Pyramidenwürfel angehören. Fundort nicht angegeben.

Barytspath. o P. ∞ P. ½ $\bar{P}$ ∞. Dabei wurde, abweichend von Naumann nach dem Vorgange Hauy's, Dufrénoy's u. A. das Spaltungsprisma als das Grundprisma, ∞ P, und die vollkommene Spaltfläche als die Grundfläche, o P, genommen, was zweckmässiger scheint. — Das vorliegende Exemplar besteht aus einem grossen (3 Z. in der Richtung der Makrodiagonale) isolirten, durch Vorherrschen der Basis o P dick tafelförmigen, Krystall von Freiberg.

Witherit. Zwei sehr schöne, farblose, fast durchsichtige, Krystallgruppen von Hexham in Northumberland.

1) P. 2 $\breve{P}$ ∞. ∞ P. Spuren einer stumpfen Pyramide, vielleicht ¼ P, an den Scheiteln der Hauptpyramide P. Die Krystalle sehen einer hexagonalen Pyramide vollkommen ähnlich. Die zierliche kugelförmige Gruppe, 2 Z. Durchm., sitzt auf Bleiglanz.

2) P. 2 $\breve{P}$ ∞. ¼ P. ½ $\breve{P}$ ∞. ∞ P (als schwache Abstumpfung der Randkanten von P). Gleichfalls vollständig von hexagonalem Habitus. Sitzt auf grauem Mergel.

Cölestin. $\breve{P}$ ∞. ∞ P. $\breve{P}$ 3. o P. ½ $\bar{P}$ ∞. Dabei wurden Grundprisma und Basis nach den Spaltflächen wie beim Barytspath genommen. Die zum Brachydoma $\breve{P}$ ∞ gehörende Brachypyramide $\breve{P}$ 3 tritt ziemlich stark auf. Grosse schöne Druse von Girgenti.

Strontianit. Zierliche Gruppen kleiner wasserheller oder weisser spiessiger Krystalle, von Bräunsdorf und von Leogang im Salzburgischen.

Flussspath, in der Beckh'schen Sammlung reich vertreten. Viele Combinationen.

1) ∞ O ∞. Meist aber nur in Spaltungsstücken nach den Oktaederflächen, zum Theil vollkommen regelmässige Oktaeder von 1—3 Z. Durchm. bildend.

H. Beckh besass fussgrosse Würfel und Spaltungsstücke. Alle sind farblos, vollkommen wasserhell. Wir besitzen nun über $^1/_2$ Dutzend schöne Exemplare. Die Stücke stammen von einem im Jahre 1830 im Hintergrunde der Oltschenalp, westlich vom Brienzersee, nach der Studer-Escher'schen Karte im Jurakalk, und zwar in einem Mergel, eröffneten Anbruch, der über 20 Centner lieferte.

Die Fundorte des Flussspathes in unsern Kalkalpen sind nicht gar häufig. Wir besitzen schöne grüne durchscheinende Stücke aus dem Kanton Unterwalden und ähnliche angeblich aus den Umgebungen des Säntis. Ich erinnere hiebei an die in den Klüften des Hauptrogensteines bei Muttenz unweit Basel brechenden gelbbraunen Flussspathwürfel. Kenngott gibt in seinen „Mineralen der Schweiz“ alle bekannten schweizerischen Fundorte an.

2) O. ∞ O ∞. Spuren von ∞ O. Rosenrothes Oktaeder von 1 Z. Durchm., mit schwach abgestumpften Ecken. Die Flächen, sonst meist stark erodirt, sind ungewöhnlich glatt, doch matt, und theilweise mit Chlorit imprägnirt. Angeblich vom St. Gotthard, wahrscheinlich aus dem Triftgebiet, östlich von Göschenen.

3) ∞ O ∞. Bräunliche Würfel mit violetten Kanten zu einer Druse gruppirt, von Annaberg in Sachsen.

4) ∞ O 3. ∞ O ∞. Schöne lebhaft violette Pyramidenwürfel mit Resten der Würfelflächen, auf feindrusigem Chlorit, mit kleinen Bergkrystallen, von Annaberg.

5) ∞ O ∞. Grosse Krystallgruppe von dunkelvioletten grossen Würfeln, die als Sammelindividuen aus kleinen Würfeln bestehen, deren Ecken schwache, aber deutliche 6fache Abstumpfungen durch ein Hexakisoktaeder zeigen, von Schlaggenwald.

6) ∞ O ∞. ∞ O 3. Druse von blaugrünen, schön

fluorescirenden Würfeln mit doppelt abgestumpften Kanten durch ∞ O 3, von Weardale in Cumberland.

Bei diesem Anlass bemerke ich, dass andere Stücke desselben Fundortes (meist noch mit Spuren eines zweiten sehr flachen Pyramidenwürfels, der die Stelle des reinen Würfels vertritt), sowie violette Würfel von Stollberg am Harz, die ziemlich dem Lichte exponirt waren, in unserer Sammlung innert zehn Jahren stark abgebleicht sind.

7) ∞ O ∞. Druse von blassgrünlichen Würfeln, von 2—3 L. Kantenlänge, mit äusserst regelmässig und scharf nach dem Oktaederschnitt dunkelviolett gefärbten Ecken und ähnlichen dunkeln würfelförmigen Kernen im Innern der Krystalle, auf bräunlichem Bergkrystall (Rauchquarz) von Zinnwald.

8) Ausserdem noch verschiedene andere durch Form und Farbe ausgezeichnete Krystallgruppen.

G y p s s p a t h. ∞ P. ∞ $\grave{P}$ ∞. — P. Langer säulenförmiger Krystall durch das Vorherrschen des Grundprismas ∞ P und des Klinopinakoides ∞ $\grave{P}$ ∞, mit mehrern zickzackförmigen scheinbaren K n i c k u n g e n, die durch das in verschiedenen Abständen des vorherrschenden Grundprismas in der Querrichtung wiederholte sägenförmige Auftreten der Flächen der Hemipyramide — P (l) hervorgebracht sind, aus den Umgebungen von Gotha. Aehnliche merkwürdige Knickungen hat auch Herr Dr. F. S c h a r f f in Frankfurt a. M. in seiner lehrreichen Abhandlung über die Bildungsweise des Gypsspathes beschrieben und abgebildet. Geknickte und gekrümmte Krystalle scheinen bei dem Gyps nicht selten vorzukommen, die o und n Flächen ($^1/_3$ $\bar{P}$ ∞ und P) sind gewöhnlich gekrümmt.

A p a t i t s p a t h. Reiche Suite, darunter einige Stücke mit äusserst regelmässig ausgebildeten durchsichtigen, glatten, glänzenden Krystallen.

1) ∞ P. o P. ⅓ P. ∞ P 2. 2 P 2. P 2. Farblos, wasserhell, mit Pholerit auf Quarz und Zinnstein von Schlackenwald in Böhmen.

2) ∞ P. o P. ½ P. ∞ P 2. Kleine Gruppe blassgrünlicher, fast farbloser, Krystalle, mit Flussspath und Pholerit (Nakrit) auf einer Druse von Bergkrystall, von Ehrenfriedersdorf. Die dicken Säulen des Apatites zeigen in der Mitte eine breite, innere Querzone, welche mit schwärzlicher Farbe durchschimmert. Ebenso sieht man durch die bräunlichen Würfel des Flussspathes einen innern dunkelvioletten, würfelförmigen Kern und ein noch dunkleres diametrales Quadrat durchschimmern.

3) Dieselbe Combination, wie Nr. 2. Grössere Gruppe blassvioletter glänzender Krystalle, von demselben Fundort.

Die bekannten flächenreichen Apatite vom St. Gotthard waren in schönen Exemplaren vorhanden.

4) Var. Pseudoapatit, ∞ P. o P. Röthliche matte Krystalle auf Quarz, von Freiberg, ein zersetzter Apatit.

Kalkspath. Zahlreiche Combinationen, meistens in schönen Krystallen, wovon das Museum über ein Dutzend erwarb, die später beschrieben werden sollen.

Doppelspath. Von dieser bekannten sehr durchsichtigen Varietät des Kalkspathes erwarben wir ein mehrere Zoll grosses Krystallbruchstück mit aufsitzenden Desminkrystallen, von Eskifiord auf Island.

Ein kleineres Spaltungsrhomboeder zeigt die doppelte Strahlenbrechung sehr deutlich.

Magnesitspath. — 4 R. — 2 R. ∞ P 2. Spitze schwärzliche Rhomboeder — 4 R, mit abgestumpften Randkanten durch das zweite Prisma ∞ P 2, und dreifach abgestumpften Scheiteln durch das Rhomboeder — 2 R, in feinkörnigem Gyps eingewachsen, von Hall in Tyrol.

Magnesitspath (Breunnerit), zollgrosses bräunliches

Primitif-Rhomboeder, R, in hellgrünem blättrigem Talk eingewachsen, aus dem Zillerthal.

Bitterspath. R. o R. — 2 R. Zwillinge mit der Endfläche o R verwachsen, farblos, durchscheinend, aus dem körnigen Dolomit von Campolongo, K. Tessin. Drei hübsche, grosse Exemplare.

Alunit. Kleine röthliche oder farblose Drusen in einem zersetzten weisslichen Trachyt, 3 Stück, von Musay in Ungarn. In einem der Trachyte ist ein wohlausgebildetes ziemlich grosses Quarz-Ditrexaeder eingewachsen. Die Alunite sind offenbar aus der Zersetzung des Trachytes durch schwefelsaure Dämpfe hervorgegangen.

Kalait (Türkis). Zahlreiche vergissmeinnichtblaue rundliche Stückchen von Nischapore in Ostpersien.

Peganit. Kleine hellgrasgrüne glänzende Drusenüberzüge auf Kieselschiefer, von Langenstriegis in Sachsen. Ziemlich selten.

Spinell. Var. rother Sp. (Rubin). Zahlreiche rosarothe und carminrothe kleine Oktaeder, von Ceylon. Manche derselben mehr oder minder abgerundet.

Bergkrystall, aus unsern Alpen reich vertreten, namentlich durch schöne dunkle Rauchquarze. Wir beschränkten uns, trotz der reichen Auswahl, auf die Erwerbung einiger eigenthümlicher isolirter Krystalle.

1) ∞ P. R. — R, also die gewöhnliche Combination des Prismas mit der Pyramide, farbloser durchsichtiger Krystall, voll der bekannten scharf prismatischen Hohlräume mit fast quadratischem Querschnitt, welche verschwundenen Anhydritnadeln zugeschrieben werden. Die Hohlräume waren theilweise wieder, von aussen her, mit strahligem, gelblichem Desmin ausgefüllt, der auch aussen in kleinen Gruppen aufsitzt. Ob der in andern Exemplaren noch aufgefundene Rest von Anhydrit eine ursprüngliche Krystallbildung war, welche die prismatische

Hohlform hinterliess, oder ob sie gleichfalls erst später in dieselbe einwanderte, wie im vorliegenden Fall unser Desmin, wage ich nicht zu entscheiden.

2) ∞ P. R. — R. Also dieselbe Form, wie Nr. 1. Isolirter, farbloser Bergkrystall mit ähnlichen, aber spärlichen, langprismatischen Hohlräumen, die hier aber grossentheils von einer lebhaft braunrothen, wie ein Seidenfaden spiralig gedrehten, faserigen Substanz ausgefüllt waren, welche nach Glanz und Farbe die grösste Aehnlichkeit mit Rutil hat, in dieser Form ein für mich ganz neuer Einschluss des Bergkrystalles. Ohne Beschädigung des Stückes ist der eingeschlossenen Substanz nicht beizukommen. Der Anblick durch eine gute Loupe ist ganz eigenthümlich.

3) Isolirter Rauchquarzkrystall, ursprünglich von der gewöhnlichen Form, aber wie durch eine ätzende Flüssigkeit ganz eigenthümlich corrodirt, so dass die Pyramidenflächen matte, wellige Vertiefungen und die Prismen feine vertikale Streifung, statt der gewöhnlichen horizontalen, und gleichfalls eine matt geätzte Oberfläche darbieten; mit schwachem Anflug von feinschuppigem Chlorit.

Alle diese Stücke, ohne nähern Fundort, stammen aus den Umgebungen des St. Gotthard.

Aus dem Dauphiné ist noch ein langer farbloser prismatischer Bergkrystall (4 Z.) mit eigenthümlich gedrehten Prismenflächen zu erwähnen, der deutliche Spuren von regenerirten Flächen sowohl an den Enden, als auch am Prisma zeigt, wo die Hauptbiegung beginnt, wie wenn der Krystall da gebrochen, etwas verrückt und wieder zusammen gewachsen wäre. Diese eigenthümliche Drehung ist nicht zu verwechseln mit den durch Vorherrschen zweier paralleler Prismenflächen tafelförmig gedrehten Sammelindividuen oder Gruppenkrystallen, meistens Rauchquarze, wie man sie in Amstäg und an der obern Gotthard-Route

erhält und die in der berühmten Wiser'schen Sammlung so schön vertreten sind.

Bei diesem Anlass verdient bemerkt zu werden, dass unsere Anstalt mehrere farblose Bergkrystalle besitzt, deren Enden aus einer Gruppe gleichgestellter und offenbar zusammenstrebender Pyramidenspitzen bestehen, die, theilweise wenigstens, als Regenerationen gebrochener Krystallenden zu betrachten sind. Die Wiser'sche Sammlung besitzt auch von diesem merkwürdigen Fall, welcher ein eigenthümliches Leben in dem Wachsthum der Krystalle beurkundet, lehrreiche Beispiele.

Hornstein und feinkörniger Quarz, sechsseitige dicke Säulen, ∞ R. o R, innen hohl mit kleinen Quarzkryställchen; schön ausgebildete Form, als Pseudomorphose nach Kalkspath, von Schneeberg.

Edler Opal in zersetztem bräunlichem Trachyt eingewachsen, von Eperies in Ungarn, 2 Stück. Ich habe an diesen und andern Stücken bemerkt, dass sie, in Wasser getaucht, ein ungemein lebhafteres Farbenspiel gewinnen, getrocknet aber wieder verlieren. So zeigen auch gewisse weisse Hydrophane erst nach Eintauchen in Wasser das prächtige Farbenspiel.

Die Silicate, diese grosse, wichtige Gruppe des Mineralreiches, waren in der Beckh'schen Sammlung gut, zum Theil, namentlich die Zeolithe, sehr gut vertreten. Ich habe jedoch hier nur Weniges ausgesucht, indem die Lücken auf diesem Gebiet in unserer Sammlung weniger fühlbar sind. Ich habe desshalb, gerade aus der stattlichen Reihe der Zeolithe, nur wenige Stücke namhaft zu machen.

Analcim. ∞ O ∞. 2 O 2. Fast farblose, durchsichtige, sehr glatte und glänzende, dreifach enteckte Würfel, auf einem gelblichen thonigen oder tuffartigen Gestein von den Cyclopen-Inseln.

Das bekannte Vorkommen vom Fassathal, Leucitoeder,

auf einem grossen Stück Angitphorphyr aufsitzend, wurde gleichfalls berücksichtigt.

Phillipsit. $\infty \bar{P} \infty . \infty \acute{P} \infty . P.$ Gelblichweisse, sehr deutliche rektanguläre Krystalle mit rhombischer Pyramide an den Enden, einzeln und gruppenweise auf einem zersetzten Dolerit aufsitzend, vom Kaiserstuhl.

Herschelit, wasserhelle, lebhaft glasglänzende, kleindrusige, kugelige Gruppen, in den Hohlräumen einer alten Lava, von Aci Reale auf Sicilien.

Pholerit (Nakrit), sehr schöne grosse Druse von gelblichweissen, perlmutterglänzenden Schüppchen oder Blättchen zu kugeligen Gruppen vereinigt, von Freiberg.

Adular, aus den Umgebungen des St. Gotthards.

1) $\infty P . o P . \infty \grave{P} \infty . \infty \grave{P} 3.$ Die Seitenflächen des Grundprismas mit eigenthümlich parkettirter Zeichnung, durch regelmässige, $2^{1}/_{2}$ L. von einander abstehende Spaltungsfurchen, welche parallel den Randkanten der Basis laufen und mit innern basischen Spaltrichtungen correspondiren. Ausserdem sind diese regelmässigen horizontalen Streifen durch weniger regelmässige aber starke vertikale, parallel den Seitenkanten des Grundprismas laufende, jeweilen nur von Spalte zu Spalte reichenden Furchen in kleine Querfelder abgetheilt, die gleichfalls aus den Flächen des Grundprismas gebildet sind und in regelmässiger Wiederholung zusammen die parkettirte Seitenfläche des Gesammtkrystalles bilden. Die Basis zeigt die bekannten rauhen und tiefen diagonalen (orthodiagonalen) Querfurchen, die aber, trotz ihrer Aehnlichkeit, mit Zwillingsstreifung nichts zu schaffen haben. Ebenso wenig entsprechen sie einer Spaltungsrichtung. Die Furchen gleichen schmalen Spalten und gehen bisweilen mehrere Linien tief in den Krystall hinein. Augenscheinlich sind sie durch eine eigenthümliche Einwirkung corrodirender Flüssigkeiten entstanden. Dennoch ist die Erklärung schwierig.

Von dieser merkwürdigen Ausbildung des Adulares haben wir drei stattliche Exemplare erworben, zwei Stück je 3 Z. hoch und breit, wovon bei dem Einen zwei parallele Prismenflächen dreimal so gross, als die beiden andern, und ein Stück (mit Basis o P und Hemidoma P̄ ∞) 1 Z. hoch und 2 Z. breit. Die eigenthümliche Felderzeichnung auf den Flächen des Grundprismas, obgleich nicht selten bei den Adularen des St. Gotthards, habe ich doch noch nie so scharf und regelmässig gefunden, wie an den vorliegenden Exemplaren. Uebrigens verweise ich auf die vielfältigen, schönen Beobachtungen von Dr. Scharff über die Bildungsweise des Feldspathes. Der auf den Prismenflächen sichtbare perlmutterartige, bläulich-weisse Schimmer im Innern des Krystalles (angeblich in der Richtung des Orthopinakoides) fehlt natürlich nirgends.

2) o P. ∞ P̀ ∞. P. 2 P. P̄ ∞. 2 P̄ ∞. ∞ P̀ 3. ∞ P. Bräunlicher Zwilling nach dem Bavenogesetz (Zwillingsebene 2 P̀ ∞), $1\frac{1}{2}$ Z. Merkwürdig ist das Auftreten der seltenen Hemipyramide 2 P, und die starke Ausbildung der Flächen P und ∞ P̀ 3.

3) o P. P̄ ∞. ∞ P̀ ∞. ∞ P̀ 3 (hemiedrisch), P. Zwilling mit der Basis verwachsen. Zwischen die beiden Zwillingsindividuen legt sich auf der einen Seite ihrer beiden Klinopinakoidflächen ein drittes Individuum, nach dem Klinodoma 2 P̀ ∞. also nach dem Bavenogesetz mit den beiden andern verwachsen, hinein, so dass also ein Drilling entsteht, eine sowohl bei dem Adular, als bei dem gemeinen Orthoklas von Baveno nicht seltene Verwachsung. Dabei stehen die Basisflächen der drei Drillingsindividuen senkrecht zu einander. Auch dieser Krystall ist durch Eisenocher bräunlich gefärbt und zeigt, wenn auch nicht so scharf und regelmässig wie die drei Exemplare von Nr. 1, die Spaltungsrichtungen der Basis. Ob mechanischer Stoss oder rasche Erwärmung die Spaltung bewirkt, wage ich nicht zu

entscheiden, jedenfalls aber scheint sie erst nach der völligen Ausbildung des Krystalles entstanden zu sein. Wir dürfen wohl annehmen, dass jede grössere Veränderung im Innern eines Gebirges, Hebung und Spaltung durch plutonische Actionen, Erwärmung und Abkühlung, Aenderungen der Temperatur und des chemischen Gehaltes der die Spalten durchziehenden Gewässer, auch auf die bereits vorhandenen krystallisirten Mineralien ihren Einfluss ausüben und bald Zersetzungen oder mechanische Angriffe, bald Neubildungen bewirken mussten.[1])

Gemeiner Orthoklas. Ausgezeichnete röthlich-weisse oder blass fleischrothe Zwillinge nach dem Bavenogesetz (Zwillingsebene das Klinodoma $2 \grave{P} \infty$) von Baveno. Die vorherrschende Gestalt ist wie gewohnt $o P. \infty \grave{P} \infty. \infty P. \infty P 3. P. \bar{P} \infty. 2 \bar{P} \infty$. An mehrern Stücken sind die beiden Hemidomen $\bar{P} \infty. 2 \bar{P} \infty$ äusserst klein. An einem Zwilling ist das eine Individuum viermal so gross, als das andere, welches durch starkes Vorherrschen der Basis tafelförmig ausgebildet ist. Zwei Exemplare sind durch die äusserst regelmässige symetrische Ausbildung ihrer sämmtlichen Flächen wahre Modelle (1 Zoll Länge). Von den vier übrigen, zum Theil beträchtlich grössern, Exemplaren zeigt jedes wieder in der ungleichen Ausbildung der gleichartigen Flächen seine besondern Eigenthümlichkeiten. Unsere Suite von Orthoklasen hat hiedurch einen recht erfreulichen Zuwachs erhalten.

Wernerit (Skapolith). $\infty P. \infty P \infty. \infty P 3. P.$ Kleine Druse mit einigen wohlgebildeten grauen Krystallen von Arendal.

---

[1]) Von Adularen und Bergkrystallen aus den Umgebungen des St. Gotthard kann man nie genug bekommen, indem jedes Stück wieder andere seltsame Eigenthümlichkeiten zeigt und jedes wieder ein neues Blatt zu der Chronik dieser krystallinischen Schiefergebirge liefert.

Turmalin.

1) $\frac{\infty R}{2}$. ∞ P 2. — $^1/_2$ R. Das vertikale Prisma stark gestreift und vorherrschend trigonal ausgebildet. Drei isolirte, unten ölgrüne, oben farblose und auf den stumpfen Rhomboederflächen schwärzliche Krystalle, von der Insel Elba. Ein vierter Krystall ist blass rosaroth.

2) ∞ P 2. $\frac{\infty R}{2}$ · R. Sehr grosser, dicker, schwarzer Krystall (2 Z.), die Rhomboederflächen ausgenommen, wohl ausgebildet, von Grönland.

3) Schwarze nadelförmige Krystalle (Schörl), zu einer Gruppe vereinigt, von Oberwallis.

Granat, in mannigfaltigen Farben und Gruppen.

1) Kaneelstein. 2 O 2. ∞ O. Das Granatoeder mit stark abgestumpften Kanten, blass hyazinthrothe, zierliche Krystallgruppe von der Mussa Alp in Piemont.

2) Gemeiner Granat, rothbrauner, sehr grosser Krystall, in der gewöhnlichen Form ∞ O. St. Gotthard.

3) Rother Granat, ∞ O, mit Andeutungen eines Pyramidengranatoeders, in schwarzem Glimmerschiefer. Nordamerika.

Idokras. o P. ∞ P. ∞ P ∞. P. P ∞. 3 P 3. Druse von ölgrünen, durchsichtigen, auf den Prismenflächen stark gestreiften Krystallen von der Mussa Alp in Piemont.

Eine Druse von grossen, dick säulenförmigen Krystallen der Combin. ∞ P. ∞ P ∞. o P. P. $^1/_6$ P. P ∞. $^2/_3$ P 3, stammt vom Monte Somma am Vesuv.

Kaliglimmer (Muscovit). ∞ P. ∞ $\breve{P}$ ∞. o P. Mehrere schöne Drusen, mit deutlich ausgebildeten, auf den Endflächen hellgrauen, perlmutterglänzenden, auf den Seitenflächen schwarzen, sechsseitigen Tafeln auf Quarzitgneiss (mit vorherrschendem körnigen Quarzit) aus dem Binnenthal im Ober-Wallis.

Lithionglimmer, Druse grauer, dünner, sechsseitiger Tafeln mit Zinnerz, von Zinnwald in Böhmen.

Schweizerit, derb, dicht, schwefelgelb ins Grünliche, ein Talksilikat, von Zermatt.

Serpentin. ∞ P̄ ∞. ∞ P. ∞ P 2. ∞ Ṕ ∞. P̄ ∞. P. — 1½ Z. Stattliche isolirte Pseudomorphose nach Olivin, von Snarum, Norwegen. Die früher von Scheerer und Andern geäusserte Ansicht, als ob diess die wirklichen, dem Serpentin als solchem zukommenden, Krystalle seien, hat sich nicht bewährt.

Akmit. Mit ausgebildeten Krystallenden ∞ P̄ ∞. ∞ P. ∞ P̀ ∞ 6 P. 6 P̀ 3. P. Zwillinge, mit dem Orthopinakoid verwachsen, in farblosem Quarz, von Eger in Norwegen. Schönes Exemplar.

Ein kleinerer (7 L.) isolirter Krystall zeigt die Combination ∞ P̄ ∞. ∞ P. ∞ P̀ ∞. P̄ ∞. P. Gleichfalls ein Zwilling wie oben, durch das vorherrschende Orthopinakoid ∞ P̄ ∞ tafelförmig.

Diopsid. Mehrere hübsche Drusen der fast durchsichtigen, blassgrünen, flächenreichen Krystalle von der Mussa Alp in Piemont.

1) ∞ P̀ ∞. ∞ P̄ ∞. ∞ P. 2 P. — P. — ½ P̄ ∞. o P. Nebst einer an ½ P̄ ∞ sich anlegenden stumpfen Hemipyramide m P̄ n.

2) Wie Oben. Hiezu P. 2 P̀ ∞. Basis o P sehr deutlich.

3) ∞ P̄ ∞. ∞ P. ∞ P̄ 3. ∞ P̀ ∞. O P. ½ P̀ ∞. 2 P. Isolirter mittelblaugrüner Krystall mit einem aufsitzenden Granat 2 O 2.

Gute Krystalle von diesem Fundorte sind bekanntlich nicht mehr so leicht zu bekommen. Ferner erhielten wir, wahrscheinlich aus derselben Gegend, einen zwei Zoll grossen, dicken Krystall von lauchgrünem Diopsid, mit den beiden vertikalen Pinakoiden und Spuren des Grundprismas, aber ohne Endflächen.

Fassait. ∞ P. 2 P̀ ∞, oder eine diesem Klinodoma sehr nahe kommende Klinohemipyramide 2 P̀ n. Hiezu hie und da noch ein steiles Hemidoma 2 P̄ ∞; auf bräunlichweissen Oktaedern von zersetztem Spinell vom Monzoniberg im Fassathal.

Gemeiner Augit, vier grosse, wohlgebildete Krystalle der gewöhnlichen Form ∞ P̄ ∞. ∞ P̀ ∞. ∞ P. P, aus der böhmischen Wacke.

Bronzit, grossblätterige Parthien, auf der vollkommenen Spaltfläche fast metallglänzend, ähnlich Hypersthen, mit graulichem Feldspath, von Bayreuth.

Hypersthen, angeschliffenes Stück, mit prachtvollem, metallähnlichen, fast kupferrothen Schiller auf der vollkommenen Spaltfläche (Brachypinakoid ∞ P̆ ∞), von der Küste Labrador.

Basaltische Hornblende. ∞ P. ∞ P̀ ∞. 2 P̀ ∞. P. o P. 3 P̀ 3. Isolirter (14 L.) grosser, dicker Krystall aus der böhmischen Wacke.

Saphirin, krystallinische, graublaue Masse, von Fiskenaes in Grönland.

Topas, in verschiedenen schönen Combinationen.

1) Topas vom Schneckenstein in Sachsen. Sehr gut ausgebildete, flächenreiche Krystalle, wovon 6 Stück isolirt, hiezu noch zwei hübsche Drusen auf dem bekannten turmalinführenden, gneissartigen Gestein (mein Gneissquarzit mit feinkörnigem Quarz) aufsitzend. Vorherrschend ist folgende Combination: ∞ P. ∞ P̆ 2. Ṗ. $^2/_3$ P. $^4/_3$ P̆ 2. 2 P̆ ∞. o P. Bei einigen tritt noch das Brachyprisma ∞ P̆ 3 und das Brachydoma 4 P ∞ hinzu, wogegen bei andern die Basis bis auf ein kleines Fleckchen verschwindet. Die Krystalle haben eine Grösse von 3 bis 6 Linien. Mehrere fast zollgrosse, gut ausgebildete Individuen desselben Fundortes erhielt ich vor einiger Zeit durch Herrn F. H. Hoseus, Mineralienhändler dahier.

2) Topas von Villarica in Brasilien. 1½ Zoll grosser, dicker säulenförmiger Krystall, bestehend aus dem Grundprisma ∞ P, mit schwacher Abstumpfung der scharfen Seitenkanten durch ∞ P̆ ∞, nebst Spuren von mehrern Brachy- und Makroprismen. Die Enden sind leider nicht ausgebildet, sondern durch zwei glatte Spaltflächen, in der Richtung der Basis, ersetzt.

3) Topas vom Ural, kleine Druse farbloser Krystalle: ∞ P. ∞ P 2. 2 P̆ ∞ (stark auftretend). P. Basis fehlt. Mit Aquamarin. Durch Herrn Hoseus erhielten wir in letzter Zeit gleichfalls einige stattliche, obgleich etwas abgerundete, farblose Krystalle, wesentlich derselben Combination, einer jedoch mit drei Brachydomen und mit einem schmalen Rest der Basis. Die Brachydomen treten stark auf.

Beryll, von Katharinenburg im Ural.

1) ∞ P. o P. Sechsseitiges Prisma, 3½ Zoll lang, hellgrün, mit dunkelgrünen Querzonen.

2) ∞ P. o P. Wie oben, aber durch Vorherrschen zweier paralleler Prismenflächen etwas tafelartig. 2½ Zoll, ölgrün, mit nadelförmigen Hohlräumen, parallel der Hauptaxe, die theilweise mit Eisenocker ausgekleidet sind.

Euklas. Zwei kleine, blass berggrüne Krystalle mit mehreren vertikalen Prismen, aber ohne deutliche Endflächen, aus Brasilien.

Turmalin (Nachtrag). ∞ P 2. ∞ R. R. — ½ R. o R. Zolllanger, dicker, schwarzer Krystall aus dem Oberwallis.

Unter den schon früher erhaltenen Stücken verdient ein Granit mit hellfleischrothem Feldspath, grünlichgrauem Oligoklas, ölgrünem Quarz und schwarzem Glimmer, Orthit einschliessend, aus Norwegen, Erwähnung, weil er mit dem prachtvollen Granit, der in grossen exotischen Blöcken bei Saxelen, Kt. Unterwalden, gefunden wurde, vollständig identisch, nur etwas grobkörniger, ist. Sollten diese exotischen Blöcke wirklich nordischen Ursprunges sein?

Orthoklas von Baveno in den bekannten schon oben beschriebenen Zwillingen, wovon je das eine Individuum weiss, das andere hell fleischroth ist, mit regelmässig aufgewachsenen Albitkrystallen auf den Prismenflächen ∞ P. Erst neulich erhalten.

Pollux aus dem Granit der Insel Elba, durch Hrn. Hoseus dahier erhalten, farblos, durchsichtig, einem zerfressenen Adular ähnlich, ausgezeichnet durch den nach der Analyse Pisani's 34°/₀ betragenden Gehalt an Caesiumoxyd. Selten und theuer.

II. Metallische Abtheilung.

Gediegen Arsenik, kugelig-schalig, mit zierlichen aufsitzenden Krystallen von Rothgiltigerz, von Andreasberg am Harz.

Realgar, faustgrosses derbes Stück, von Nagyag in Ungarn.

Anatas, einzelne, etwas abgerundete Oktaeder von Brasilien.

Rutil, aus dem Binnenthal, K. Wallis.

1) Grosse stengl. Krystalle in Quarz und Glimmerschiefer.

2) Hübsche knieförmige Zwillinge.

Perowskit, schwarzbraune Würfel in körnigem Kalk, vom Kaiserstuhl.

Scheelit von Zinnwald in Böhmen.

1) Zierliche Druse von braunen glänzenden Oktaedern (Grundpyramide P) auf Quarz, von Zinnwald.

2) Grosses (24 L.) Bruchstück eines Krystalles, farblos ins Weisse, durch die bedeutende Schwere auffallend.

Molybdänglanz, grössere Blättchen und Tafeln, in weissem körnigen Quarzit eingewachsen, der Ausscheidungen von infiltrirtem glasigem Quarz enthält, aus dem K. Wallis.

Pyrolusit, sehr stattliche grosse Druse äusserst kleiner kurzsäulenförmiger schwarzgrauer Kryställchen, vom Hollerterzug, auf dem Westerwalde.

Manganit. $\infty P. \infty \bar{P} 2. \infty \breve{P} 2. P \infty. o P$, kleine Gruppe deutlich ausgebildeter Krystalle, von Ilefeld am Harz.

Hauerit, braune regelmässige Oktaeder, mit Schwefel, von Kalinka in Ungarn.

Psilomelan, stattliche traubenförmige Gruppe (3 Z.), von Johann-Georgenstadt.

Gediegen-Wismuth, reich dendritisch eingesprengt in Quarz (3 Z.), von Schneeberg.

Zinkblende, in der Beckh'schen Sammlung reichlich vertreten, darunter:

1) Gelbe Blende. $\infty O. - \frac{O}{2}. + \frac{O}{2}. \infty O \infty$. Durchsichtige Krystalle (3—6 L.) mit Bleiglanz, auf einer Quarzdruse, von Schemnitz.

2) Faserige Blende, röthlichbraun, von Pzibram.

Kieselzink, in kleindrusigen, traubigen Gruppen von Donatzka, im Banat.

Blättererz, zahlreiche dünne Blätter, in Manganspath eingewachsen, von Nagyag in Ungarn.

Zinkenit, zierliche strahlige Gruppe nadelförmiger Krystalle, von Wolfsberg am Harz. Jetzt selten geworden.

Wulfenit (Gelbbleierz). $o P. \frac{1}{3} P. \frac{1}{2} P \infty. \infty P.$ Kleine tafelförmige Krystalle auf dichtem Kalkstein, von Bleiberg.

Krokoit (Rothbleierz), zierliche Druse spiessiger Krystalle von Beresowsk am Ural. Desgleichen ein zweites kleineres Stück mit gelbgrünem feindrusigen Pyromorphit und mit Vauquelinit von demselben Fundort.

Auch die übrigen bekanntern Bleiverbindungen waren gut, der Bleiglanz in ausgezeichneten Exemplaren, in der Beckh'schen Sammlung repräsentirt.

Anglesit (Bleivitriol), zwei sehr schöne flächenreiche Combinationen auf körnigem Bleiglanz vom Monte Poni auf Sardinien erhielten wir durch Herrn Hoseus.

Magnetit (Magneteisen). Aus der reichen vorhandenen Suite habe ich über ein halbes Dutzend bemerkenswerther Vorkommnisse ausgewählt.

1) ∞ O. Granatoeder $3\frac{1}{2}$ Zoll grosses Bruchstück eines riesigen Krystalles von Traversella, Piemont.

2) ∞ O. Hübsche Druse und derbe körnige Masse, aus Schweden.

3) ∞ O. Kleine Druse mit eigenthümlich rauhen Flächen, von Donatzka im Banat.

Bekanntlich ist das reguläre Oktaeder die weitaus häufigste Form des Magnetites. Die Granatoeder zeigen wohl immer die feine scharfe Streifung in der Richtung der längern Diagonale.

Eisenglanz. Fülle schöner Formen, namentlich aus den berühmten alpinen Fundorten. Ich habe davon nur wenige ausgewählt.

A. Eisenglanz ohne Titan (eigentlicher Eisenglanz).

1) $\frac{1}{4}$ R. o R. $\frac{4}{3}$ P 2. — R. Die Krystalle fast tafelförmig durch das vorherrschende sehr stumpfe Rhomboeder, welches dem häufig vorkommenden $\frac{1}{4}$ R am nächsten zu kommen scheint, sich aber nicht genauer messen lässt, indem die Flächen eine sehr starke horizontale schuppenartige Streifung zeigen und daher matt und rauh erscheinen. Die übrigen Flächen sind glatt und glänzend.

2) Wie oben, aber statt des rauhen stumpfen Rhomboeders $\frac{1}{4}$ R die glatte ebene Basis o R.

Nr. 1 und 2 bilden zwei zierliche Drusenräume in einem und demselben Handstück in einem kieseligen Rotheisenstein von Framont in den Vogesen. Das Auftreten eines rauhen sehr stumpfen Rhomboeders statt der

Basis (Nr. 1) war mir neu von diesem Fundort, den ich selbst noch vor etwa 15 Jahren besucht habe.

3) R. — $\frac{1}{2}$ R. ∞ P 2. Primitiv-Rhomboeder R mit abgestumpften Rand- und Scheitelkanten, so dass die Form ganz einem einfach entkanteten Würfel gleicht. Die Abstumpfungsflächen der Randkanten des Grundrhomboeders R durch das zweite Prisma ∞ P 2 sind aber horizontal, die der Scheitelkanten gar nicht gestreift. Stattliche Druse auf einem röthlichen körnigen Quarzit von Altenberg, in Sachsen.

B. Titanhaltiger Eisenglanz (Basanomelan).

1) o P. $\frac{4}{3}$ P 2. R. $\frac{2}{5}$ R 3. Zierliche, durch Vorherrschen der Basis dick-tafelförmige, Krystalle, mit flach eingesunkenen, concaven, Endflächen, schon die Anlage zu der bekannten zierlichen Rosettenbildung zeigend, auf deutlich geschichtetem körnigem bräunlichweissem Quarzit, der bereits mit zahlreichen fast mikroskopischen Orthoklaskryställchen und mit braunrothen Rutilpünktchen (?) durchspickt ist. Auf den Kluftflächen, wo die Eisenglanze sitzen, haben sich gleichfalls mikroskopische Adulare, dieselben, welche den Quarzit durchziehen, angesiedelt. Das $3\frac{1}{2}$ Z. lange Stück stammt aus dem Binnenthal, K. Wallis.

2) Aehnliches kleineres Stück mit denselben Eisenrosen, in schönen sechsseitigen Tafeln: o P. ∞ P 2, mit kleinen Fl. von ∞ R und $\frac{4}{3}$ P 2, worauf ein kleiner, aber deutlicher, Wiserinkrystall (Xenotim) der Comb. ∞ P. P, auf einer kleinen Adulargruppe (2 Z.), von demselben Fundort. [1])

3) Isolirter, zollgrosser, dicktafeliger Krystall, oder vielmehr Sammelindividuum vieler gleichgestellten Individuen, die sich auf der Basis in zierlichen Einzelrosetten

---

[1]) Andere, complicirtere Krystalle, von demselben Fundort, haben sich nach den Untersuchungen des Hrn. Dr. C. Klein als Anatas erwiesen.

abheben und in der etwas vertieften Mitte derselben ein Haufwerk kleiner Rutilkrystalle einschliessen. Die Form lässt sich nicht gut bestimmen, doch scheinen, nur weniger regelmässig, sämmtliche Flächen von Nr. 1 und noch einige andere, wie — R', aufzutreten. Der grosse Krystall sitzt mit noch einigen kleinen derselben Art nebst einigen schwarzen Turmalinnadeln auf einer Druse kleiner farbloser oder bräunlicher Adularkrystalle, welche das Muttergestein, einen gebogen schiefrigen ziemlich glimmerreichen Quarzit, nicht nur auf der Kluftfläche bedecken, sondern auch noch im Innern durchziehen. Wir haben es also abermals mit einem wahren, deutlich geschichteten Quarzitgneiss zu thun. Man bemerkt zweierlei Glimmer: einen bräunlich weissen, stellweise in hübschen hexagonalen Täfelchen ausgeschiedenen, und einen schwarzen, welcher das Gestein in dünne, wellig gebogene Parallelstraten abtheilt und wieder in einzelnen Blättchen durchzieht. Die lebhaft rothen, sehr glänzenden, rutilähnlichen Kryställchen fehlen auch hier nicht in der Quarzitmasse. Auch kleine Chloritparthien stellen sich ein. Das für metamorphische Studien ausgezeichnete Stück stammt gleichfalls aus dem Binnenthal.

Rotheisenstein.

1) Ausgezeichnete Hohlpseudomorphose nach dem gewöhnlichen Kalkspathscalenoeder R^3, von Sangershausen in Thüringen.

2) Faseriger R. Mehr als fusslanger Spiess, wahrscheinlich vom Harz.

Gelbeisenstein, faserig, strahlig, von Friedrichsroda.

Brauneisenstein, mit prachtvoll irisirendem Ueberzug, von der Insel Elba. *) (Als Geschenk des Hrn. Altgrossrath F. Bürky in Bern.)

*) Zwei noch schönere, aber kleinere Stücke, von Elba, erhielten wir neulich durch Herrn Hoseus.

Pyrrhosiderit, zierliche gelbbraune, goldig glänzende, sammtartige, faserige Gruppen, von Pzibram, Böhmen.

Eisenkies (Pyrit). Aus der reichen Suite, die Herr Beckh zusammengebracht, hebe ich nur einige der angekauften Stücke hervor.

1) $\frac{\infty O 2}{2}$. O. Riesiger, aussen mit einer dünnen Haut von Brauneisen überzogener Krystall, von 4 Zollen Durchmesser, Pyritoeder und Oktaeder fast im Gleichgewicht darstellend, vom St. Gotthard, wahrscheinlich von der Sella.

2) $\frac{\infty O 2}{2}$. O. $\frac{3 O \, 3/2}{2}$. Zierliche grosse, sehr regelmässig ausgebildete Pyritoeder, deren Hexaederecken eine vierfache Abstumpfung durch das Oktaeder O und das gebrochene Pyritoeder (Trapezoid-Ikositetraeder) zeigen, auf blättrigem Eisenglanz, von Elba.

3) $\infty O \infty$. O. 2 O 2. $\frac{\infty O 2}{2}$, also mit Leucitoederflächen, von Potschappel bei Dresden. Seltene Combination.

4) Ein Dutzend sehr schöner isolirter Krystalle von Traversella: Würfel, Pyritoeder, Dyakisdodekaeder und Combinationen dieser Gestalten, erst kürzlich durch Herrn Hoseus erhalten.

Strahlkies, Var. Speerkies. o P. ∞ P. Spuren von $1/3$ $\breve{P} \infty$. Rhombische Tafeln, einfache Krystalle und spiessige Drillinge, auf Bleiglanz, angeblich von Derbyshire.

Grüneisenstein, faserig-strahlige, traubige Gruppen, von Ullersreuth im Voigtlande.

Skorodit, kleine Druse, von Schwarzenberg in Sachsen.

Arsenikkies, ziemlich gut vertreten.

1) Zierliche Druse der Combination ∞ P. $1/4$ $\breve{P} \infty$, von Freiberg.

2) Einzelne rundum ausgebildete Krystalle, als rektanguläre Oktaeder, $\breve{P}\infty . \infty P$.

Lievrit (Ilvait). $\infty P . \infty \breve{P} 2 . P . \bar{P} \infty$. Gewöhnliche Combination $4\frac{1}{2}$ Zoll lange Krystalle, von Elba.

Ilmenit, derb, dicht, von Egersund und anderen Orten in Norwegen.

Wolframit. $\infty P . \infty \bar{P} 2 . \infty \bar{P} \infty . \frac{1}{2} \bar{P} \infty . \breve{P} \infty . P . 2 \breve{P} 2$. Grosser, sehr regelmässig ausgebildeter, Krystall, von Zinnwald, Erzgebirg.

Hypochlorit, in Quarz, von Schneeberg.

Speiskobalt, schöne Drusen und Gruppen.

1) $\infty O n \infty O . 2 O 2 . O$. Kleine, aber äusserst zierliche Gruppe ziemlich grosser Krystalle von vorstehender, jedenfalls seltener, Combination. $\infty O n$ ist ein sehr flacher, stark in der Richtung der Hexaederkanten gestreifter Pyramidenwürfel. Prachtstück, von Schneeberg.

2) Ziemlich grosse Druse wohlgebildeter Krystalle der gewöhnlichen Form $\infty O \infty . O$, von Schneeberg.

3) Aehnliche zinnweiss glänzende Krystalle, zahlreich in körnigem Quarz eingewachsen, von Schneeberg.

Wismuthkobaltkies. Würfel $\infty O \infty$. Zierliche gitterförmige Krystallgruppen, grosses Stück, von Schneeberg.

Kobaltblüthe. Zierliche strahlige Krystallgruppe auf Quarz, von Schneeberg.

Weissarseniknickel (Chloanthit Naum.) $\infty O \infty . O$. Cubo-Oktaeder. Grosse schöne Druse von Schneeberg.

Dessgleichen mit Kupfernickel vom Einfischthal, K. Wallis.

Nickelglanz. Oktaeder und körnige Parthien mit Spatheisenstein, von Haueisen bei Lobenstein.

Rothkupfererz (Cuprit). Oktaeder. Schöne kleine Druse von Nischnei-Tagilsk im Ural.

Atakamit, grosses krystallinisches und kleindrusiges Aggregat von Chile.

Kupferglanz. Kleine Gruppe (2 Z.) ziemlich grosser Krystalle: o P. 2 P̆ ∞. $^2/_3$ P̆ ∞. P. $^1/_3$ P. 3 P̆ ∞. ∞ P̆ ∞. ∞ P̆ 2, von Cornwall. Unsere Sammlung besass bereits einen ähnlichen, zollgrossen, deutlich ausgebildeten Krystall, von ähnlicher Form, nämlich:

o P. $^2/_3$ P̆ ∞. 2 P̆ ∞. ∞ P̆ ∞. $^1/_3$ P. P. ∞ P. ∞ P̆ 2, die Basis brachydiagonal gestreift, von Cornwall.

Klinoklas, strahlige Gruppe von Redruth in Cornwall.

Euchroit, einzelne kleine smaragdgrüne Krystallgruppen, auf zersetztem Glimmerschiefer, von Libethen in Ungarn.

Bournonit. o P. P̆ ∞. P̄ ∞. P. Spur von ∞ P̆ ∞, mit Bleiglanz O. ∞ O. 2 O. ∞ O ∞ und Spatheisenstein von Wolfsberg am Harz. Eine grössere Masse mit ähnlichen Krystallen, jedoch undeutlicher, von demselben Fundort; in Kalkspath.

Kupferkies. Gut vertreten.

1) Schöne grosse Druse von Oktaederzwillingen, P, mit Quarz, von Johann-Georgenstadt.

2) Tetraeder $+\frac{P}{2}$, mit Gegentetraeder $-\frac{P}{2}$, als kleine Abstumpfungen der Tetraederecken, mit Zinkblende auf Quarz, wahrscheinlich aus Sachsen.

Fahlerz. $\frac{O}{2}$. ∞ O. $\frac{2\,O\,2}{2}$. Druse ($2^1/_2$ Zoll) von wohlgebildeten Tetraedern (3—4 L.), mit dreifach abgestumpften Ecken (∞ O) und zweifacher Entkantung $\left(\frac{2\,O\,2}{2}\right)$, nebst Zinkblende und Bleiglanz, von Müsen bei Siegen.

Ferner ein ziemlich grosses derbes Stück aus Graubünden.

Chlormerkur (Kalomel). Kleine undeutliche bräunliche, sehr glänzende Krystalle mit Gediegen-Quecksilber, in kleinen Drusenräumen von Moschellandsberg.

Gediegen-Silber. Zahlreiche gute Stücke.

1) Lange, drathförmige, äusserlich geschwärzte Formen, auf Kalkspath, von Freiberg.

2) Span- und lockenförmige reichliche Ausblühung auf Glaserz (∞ O. ∞ O ∞). Zwei Stücke von 2 und 3 Zoll Länge, von Freiberg. Beide schön.

3) Dendritisches Silber in Barytspath, von Wolfach.

Chlorsilber (Hornsilber), kleine, aber sehr scharfe, perlgraue Würfel, in Spalten eines zersetzten ocherigen Schiefergesteines, von Johann-Georgenstadt.

Silberglanz (Glaserz). Reiche Suite.

1) ∞ O. ∞ O ∞. $^3/_2$ O $^3/_2$. Also mit einem spitzern Ikositetraeder, als das gewöhnliche Leucitoeder 2 O 2. Wohlgebildete Krystalle in Gruppen auf einer Druse von Kalkspath (3 Z.), die selbst auf körnigem, von Silberglanz reichlich dentritisch durchzogenen, Kalk sitzt. Grube Himmelfürst bei Freiberg.

2) ∞ O ∞. Würfel in Gruppen und Parthien in Kalkspath eingewachsen, reiches Stück, von Freiberg.

Antimonsilber. Reichhaltiges, schweres Stück (2 Z.) in Kalkspath, von Andreasberg.

Melanglanz (Stephanit) von Freiberg.

Fast zollgrosse, durch Vorherrschen der Brachydiagonale säulenförmige, an den beiden Enden etwas undeutlich ausgebildete Krystalle (oder kleine Krystallgruppen), vorherrschend aus brachydiagonalen und in dieser Richtung grobgestreiften Flächen gebildet, annähernd folgende Combination: o P. 2 $\breve{P}$ ∞. ∞ $\breve{P}$ ∞. P. $^1/_2$ $\bar{P}$ ∞. $\bar{P}$ ∞. Die drei letztern Flächen klein und unvollständig. Zwei Exemplare von Freiberg.

Rothgiltigerz.

1) Dunkles R. (Pyrargyrit). $^1/_4$ R.^{3} R.^{5} R.^{3} ∞ P 2. ∞ R. Zierliche kleine Krystallgruppe auf einem Kalk-

spathkrystall, sechsseitige Säule, o R. ∞ R, aufsitzend, von Andreasberg am Harz.

2) Lichtes R. (Proustit). ∞ P 2. ∞ R. — $^1/_2$ R. Spuren von R^3. Nadelförmige Krystalle, in zierlichen kreuz- oder gitterförmigen Gruppen, auf Quarzdruse, von Schneeberg.

Miargyrit. Ausgezeichnete Exemplare.

Wohlgebildete, kleine, glänzende, flächenreiche, durch Vorherrschen der Basis o P dick tafelförmige Krystalle, $1^1/_2$ bis 2 L., einzeln und in kleinen Gruppen, in mehrern Combinationen, wovon eine mit o P. $^1/_3$, $\bar{P}$ ∞. ∞ P. ∞ $\bar{P}$ ∞. ∞ $\grave{P}$ n. ∞ $\bar{P}$ n, etc., auf einer Quarzdruse aufsitzend, von Bräunsdorf bei Freiberg. Das grösste Stück gelangte nach Bern.

Polybasit. Zwei kleine Gruppen zierlicher hexagonaler Tafeln, o P. ∞ P, mit unebener Basis, von Freiberg. Dessgleichen grössere dünne Tafeln in Kalkspath eingewachsen. Von Guanaxuato (Mexiko) besassen wir bereits ein schönes, grosses Stück der Combination o P. P. ∞ P.

Gediegen Gold, verschiedener Fundorte, schön vertreten.

Gediegen Platin. Stattliches, $3^1/_8$ Loth schweres, rundliches Stück, wahrscheinlich vom Ural.

Ueber Gesteinsmetamorphismus.

Von
Prof. Albr. Müller.

Unter den für das Museum, theils aus der reichhaltigen Beckh'schen Sammlung, theils von andern Seiten in jüngster Zeit erworbenen Mineralien, namentlich denjenigen alpiner Herkunft, befanden sich verschiedene Stücke, welche nicht bloss durch ihre Krystallformen, sondern auch durch das beibrechende, metamorphische Gestein bemerkenswerth sind.

In der voranstehenden Aufzählung seltener oder schöner Stücke wurden unter Anderm mehrere stattliche Gruppen von Eisenrosen (Basanomelan) aus dem Binnenthal beschrieben, die auf einem in den ersten Stadien der Umwandlung befindlichen weissen feinkörnigen Quarzite sitzen.

In meinen frühern, in den vorhergehenden Heften enthaltenen Mittheilungen über die krystallinischen Gesteine des Maderaner-, Etzli-, Felli-, Gornern- und Göschenen-Thales, sowie aus den nähern Umgebungen des St. Gotthards, fand ich wiederholt Veranlassung, auf die so häufig vorkommenden, ja vorherrschenden, granit- und gneissartigen, oder auch schiefrigen krystallinischen Gesteine aufmerksam zu machen, welche als einen Hauptbestandtheil, statt oder neben dem gewöhnlichen graulichen Glasquarz, Parthien eines ausgezeichnet körnigen, meist feinkörnigen, fast in lockern Sand zerfallenden Quarzes enthalten, und, meinen Untersuchungen zufolge, als krystallinisch umgewandelte ehemalige Sandsteine zu betrachten sind. Es wurde gezeigt, wie der nun in diesen Gesteinen enthaltene Orthoklas, Glimmer und Glasquarz erst später durch Infiltration auf

nassem Wege, in Form von Lösungen der zu diesen Mineralbildungen nöthigen Stoffe, in diese ehemaligen Sandsteine eingeführt, und in regelmässiger Vertheilung in der Masse derselben krystallinisch ausgeschieden wurden, und wie auf den Klüften dieser Gesteine dieselben Substanzen in zierlichen, wohlgebildeten Gruppen und Drusen auskrystallisirten.

In der Regel ist die Umwandlung durch reichliche Imprägnation der ehemaligen Sandsteine mit Feldspath-, Glimmer- und Quarzsubstanz so weit vorgeschritten, dass wir ein dem Gneiss oder Granit sehr ähnliches Gestein vor uns sehen, welches nur noch durch die Parthien des feinkörnigen lockern Quarzes seinen Ursprung verräth. Die Hauptmasse des Schichtenfächers zwischen Hospenthal und dem St. Gotthard-Hospiz, sowie im Göschenenthal, besteht aus solchen gneiss- und granit-ähnlichen, stark metamorphosirten Sandsteinen.

Um so erwünschter musste mir jeder Fund oder jede Erwerbung erscheinen, welche mir Belegstücke für die ersten Stadien der Umwandlung dieser quarzitischen Gesteine aus verschiedenen Theilen unserer Centralalpen, oder auch aus andern krystallinischen Gebirgen, verschafften und den von mir vermutheten Ursprung aus Sandsteinen um so deutlicher noch erkennen liessen.

Unter den für das Museum erworbenen Mineralien aus dem Binnenthal sitzen sowohl die Eisenrosen, als die schönen Glimmerdrusen auf einem weissen oder bräunlichen feinkörnigen, noch deutlich geschichteten, Quarzite, der erst von einzelnen, fast mikroskopischen Orthoklaskryställchen und Glimmerschüppchen durchzogen ist, im Uebrigen aber noch den Charakter eines schiefrigen, feinkörnigen Sandsteines deutlich bewahrt hat. Der Glimmer ist theils fein durch die körnige Masse zerstreut, theils auch, in einigen mehr schiefrigen Stücken, zu feinen, der Schichtung paral-

lelen Lagen, zusammengezogen, wie das bei quarzitreichen Glimmerschiefern häufig vorzukommen pflegt. Diese zusammenhängenden Glimmerhäute sind ohne Zweifel aus ähnlichen, schon früher in den Sandsteinen vorhandenen Thonlagen hervorgegangen. Sie sind von schwarzer Farbe, während der in Schüppchen durch das Gestein vertheilte und auf feinen Spalten auskrystallisirte Glimmer blass graulich oder grünlich braun und wahrscheinlich erst mit dem Orthoklas durch Infiltration aus Lösungen eingeführt worden ist. Ebenso wie der Glimmer ist der farblose Orthoklas, der den Quarzit durchdringt, in der Form kleiner Adulardrusen auf den feinen Klüften zu erkennen. Auf grössern Klüften bildet der Glimmer prachtvolle Drusen regelmässiger sechsseitiger Tafeln mit glatten, glänzenden, fast schwärzlichen Seitenflächen und hellgrauen, perlmutterglänzenden Endflächen. Auch der Orthoklas tritt als Adular bisweilen in grössern Drusen auf, welchem dann die zierlichen Tafeln des schwarzen Eisenglanzes aufsitzen. Auch einzelne Bergkryställchen sind zwischen den Adularen bemerkbar.

In den quarzitischen Gneissen des Göschenen-Thales und aus den Umgebungen des St. Gotthards finden wir in der Regel gleichfalls zweierlei, einen hellern und einen schwarzen Glimmer, welche wie die des Binnenthales verschiedener Entstehung sein möchten.[1])

Aehnliche körnige, gleichfalls, meines Dafürhaltens, aus Sandsteinen entstandene, Quarzitgesteine sind mir auch aus den südlichen Graubündner- und Walliserthälern von verschiedenen Seiten zugekommen, welche verschiedene

---

[1]) Dass der eine, in regelmässigen Zwischenlagen vertheilte, nicht auskrystallisirte Glimmer direkt aus der Zerstörung ehemaliger Granite oder Gneisse, und nicht durch Umwandlung von Thonlagen hervorgegangen sei, ist im vorliegenden Fall nicht wahrscheinlich.

Grade der Umwandlung, von fast reinen weissen Quarziten bis zu völlig Gneiss und Glimmerschiefer ähnlichen Gesteinen darbieten, die aber alle durch den lockern, körnigen Quarz charakterisirt sind. Aehnliche Gesteine finden sich, wie ich bereits im letzten Hefte angedeutet, in den Vogesen, und wahrscheinlich auch im Schwarzwald und in andern altkrystallinischen Gebirgen. Wir haben es also mit einem weitverbreiteten metamorphischen Process zu thun, welcher die Sandsteine in krystallinische Schiefergesteine umgewandelt hat.

Unter den aus der Beckh'schen Sammlung erworbenen Walliser Quarziten möchte ich nur noch einige Stücke hervorheben, die Blätter von Molybdän enthalten und anscheinend nur wenig umgewandelt, d. h. bloss mit bräunlichem Glasquarz imprägnirt sind, der sich zwischen den weissen Quarzkörnern in kleinen Parthien ausgeschieden hat und die ganze Masse durchdringt.

Wir könnten diesen einfachen metamorphischen Process, bei welchem bloss Kieselerde in gelöstem Zustand eingeführt wurde, also eine Imprägnation durch glasigen Quarz stattfand, Silicificationsprocess, oder kurzweg Silicatisation oder Verkieselung, nennen und wohl in den meisten ältern Gebirgen nachweisen. So sind, um nur Ein Beispiel anzuführen, die Kieselschiefer, die verhärteten Mergel und die bunten Bandjaspisse als verkieselte Kalksteine und Mergel zu betrachten. Auch in den jüngern mesozoischen und känozoischen Formationen, so z. B. in unserm Bunten Sandstein, Muschelkalk und in unserm weissen Jura (Terrain à Chailles) spielt dieser Verkieselungsprocess eine bedeutende Rolle.

Dagegen zeigen andere Stücke, aus den Umgebungen des St. Gotthard, so aus dem Tavetsch, die wir gleichfalls noch zu den körnigen Quarziten rechnen müssen, eine viel stärker fortgeschrittene Umwandlung, als die bereits be-

schriebenen Quarzite aus dem Binnenthal, indem der Feldspath, ein schneeweisser Periklin, sich überaus reichlich ausgeschieden hat und dem Gestein das Ansehen eines grobkörnigen, feldspathreichen, fast phorphyrartigen, Granites giebt. Der körnige, stellweise mit glasigem imprägnirte, Quarz füllt nur noch, in Form von Adern oder kleinen Nestern die Zwischenräume aus, welche der vollständig dominirende weisse Feldspath gelassen hat. Er zeigt uns aber noch die Reste des ursprünglichen Gesteines. Glimmer, blass, schmutzig grünlich, ist nur sparsam durch die granitische Masse zerstreut. Auf den Kluftflächen hat sich der weisse Feldspath als Periklin zu stattlichen Drusen ausgebildet, zwischen denen man noch farblose Bergkryställchen und einzelne Epidotbüschel erblickt.

Ein ganz ähnliches feldspathreiches Quarzitgestein, wo gleichfalls ein weisser Orthoklas oder Albit völlig vorherrscht, habe ich im Hintergrunde des Kreuzthales, nahe der Passhöhe zwischen Etzlithal und Strimthal, angetroffen. Manche Parthien schienen aus reinem weissem Feldspath zu bestehen. Mikroskopische Oligoklaskryställchen, an der Zwillingsstreifung erkennbar, sind nur sparsam in diesen Gesteinen vorhanden.

Es möchte nicht unpassend sein, diesen Umwandlungsprocess, in welchem die Imprägnation durch einen Feldspath, entweder Orthoklas, oder Albit, selten Oligoklas, die Hauptrolle spielt, im Gegensatz zu der Verkieselung, Feldspathisationsprocess zu nennen. Wir werden diesen Process an unzähligen Orten in unsern Centralalpen nachweisen können.[1])

[1]) Die Ausdrücke Silicatisation (wobei jedoch nicht an Silicatbildung zu denken ist), Feldspathisation, Micatisation (Verglimmerung) sind wie der allgemein gebrauchte Ausdruck „Polarisation“ gebildet.

Ebenso habe ich schon vor einer Reihe von Jahren nachgewiesen, dass die Umwandlung der Grauwackensandsteine zu phorphyrartigen Felsarten in den Vogesen, besonders in den Umgebungen von Thann, wesentlich auf einem Feldspathisationsprocess beruht.

Wir finden aber in den Centralalpen, und namentlich in den Umgebungen des St. Gotthard, so gerade an der Sella, noch eine zweite Reihe gneissartiger oder schiefriger ausgezeichnet krystallinischer, gleichfalls feldspathreicher Gesteine, die augenscheinlich aus einem ähnlichen Feldspathisationsprocess hervorgegangen sind, aber keinen körnigen Quarz enthalten, also nicht einer Umwandlung ehemaliger Sandsteine ihre Entstehung verdanken. Theils aus der Beckh'schen Sammlung, theils von andern Seiten habe ich mehrere lehrreiche Belegstücke dieser Art erworben, und andere selbst an Ort und Stelle gesammelt.

Eines dieser Stücke, von der Sella stammend, zeigt ein weisses locker körniges, stellweise schiefriges gebogenes Gestein, das aus einem lockern Aggregat zierlicher weisser Periklinkryställchen besteht, welche auch, wie ein weisser Reif in Wintertagen, die zahlreichen kleinen Kluftflächen bedecken. Einzelne Titanitkrystalle und blassgrünliche Epidotnädelchen sind hin und wieder aufgestreut. Glimmer fehlt.

Ein zweites ähnliches, gneissartiges, aber deutlich schiefriges Gesteinstück, wahrscheinlich aus derselben Gegend stammend, zeigt denselben weissen Periklin, in dünnen feinkörnigen Lagen mit zahlreichen Lagen eines schwarzgrünen Glimmers wechselnd, der auf den Kluftflächen in äusserst zierlichen, den Eisenrosen zum Verwechseln ähnlichen, schwärzlichen Täfelchen auskrystallisirt erscheint. Auch kleine Rutilnädelchen und farblose glänzende Apatitkryställchen sind aufgestreut. Die Hauptmasse aber bildet der weisse Periklin, welcher wie weisser

Zucker die Kluftflächen überstreut und auch in wohlgebildeten, ziemlich grossen Krystallen der bekannten Form als stattliche Drusen auftritt. Auch hier setzen dieselben Mineralien, der Periklin und der chloritische Glimmer, welche die körnig-schiefrige Masse des Gesteins bilden, unmittelbar in die frei ausgebildeten Drusengruppen auf den Kluftflächen fort, Beweis, dass beide Arten des Auftretens denselben Lösungen ihre Entstehung verdanken, welche das in Umwandlung begriffene Gestein durchzogen haben. Auch hier keine Spur von körnigem Quarz. In andern Stücken bildet der Chlorit zierliche Drusen des kugelig gruppirten Ripidolithes.

Die Umwandlung, aus welcher die beiden und andere von der Sella stammenden gneissähnlichen Gesteinsstücke hervorgegangen sind, scheint, in Folge des durchgreifenden Feldspathisationsprocesses, eine so vollständige gewesen zu sein, dass jetzt schwer mehr die Natur des ursprünglichen Gesteins entziffert werden kann. Dennoch gewinnen wir, wenn wir diese und ähnliche Gesteinsstücke aus der genannten Gegend aufmerksam betrachten, einige Anhaltspunkte, welche uns wenigstens Vermuthungen gestatten. Mehrere dieser Periklindrusen enthalten noch Reste eines schon stark zerfressenen, eisen- und magnesiahaltigen Kalkspathes (Ankerit), mit ausgeschiedenem braunem Eisenocher, auf welchem sich bereits Gruppen von Periklinkrystallen angesiedelt haben, während andere einen kleinen Hohlraum bedecken, welchen der hier gänzlich verschwundene Kalkspath zurückgelassen hat. In manchen Stücken ist vom Kalkspath gar nichts mehr zu sehen, wir haben nur noch lockere Drusen und Aggregate von Periklin vor uns, mit Hohlräumen, deren Ockerreste aber noch auf den erst verschwundenen eisenhaltigen Kalkspath hinweisen. Hier hat also Periklin den eisenhaltigen kohlensauren Kalk aus seiner Stelle verdrängt. Eigentliche

Pseudomorphosen von Feldspath nach Kalkspath sind in dem Blum'schen Werke aufgeführt. [1])

Wir sind demnach berechtigt, anzunehmen, dass die gneissartigen weissen Periklingesteine in den Umgebungen des St. Gotthard aus ehemaligen schiefrigen Kalksteinen hervorgegangen sind, wobei die dunkelgrünen glimmerreichen Zwischenlagen einer Umwandlung eisenschüssiger Thonlagen ihre jetzige Beschaffenheit verdanken. Ganz ähnliche Gesteine besitzen wir aus dem Kanton Wallis. [2])

Von Oberkäsern, am Fuss der Windgälle, habe ich ähnliche bräunliche, in Auflösung begriffenen Ankeritlager aus dem untern Braunen Jura beschrieben, auf denen sich Albitkryställchen, Quarze und dunkelgrüne Chloritschuppen angesiedelt haben, die also gleichfalls im Begriff sind, durch ein chloritisches Albitgestein ersetzt zu werden.

In allen diesen Fällen, in den Gneiss ähnlichen Gesteinen von der Sella und aus dem K. Wallis, wie in dem Ankerit von Oberkäsern, hätten wir die Ersetzung oder Verdrängung eines Kalksteines oder Mergels durch einen Feldspath zu erblicken, wobei überdiess ein Theil des Thongehaltes zur Chlorit- und Glimmerbildung verwendet wurde. Die daraus hervorgegangenen Gesteine kann man als feldspathreiche schiefrige Chloritgneisse bezeichnen, obgleich sie in der Regel keinen Quarz enthalten. Doch

---

[1]) Eine sorgfältige Beschreibung dieser und ähnlicher Gesteine hat Volger in seinen „Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien, 1854“, und in den „Neue Beob. über die Umwandlung kalzitischer Sedimente in Feldspathgesteine. Zürcher Verhdl. 1854“, gegeben, und ist theilweise zu ähnlichen Schlüssen gelangt.

[2]) Nicht selten sind einzelne Adularkrystalle auf den Albit- oder Periklindrusen angesiedelt. Bisweilen erscheint das albitische Gestein gekrümmt und zerrissen und die so entstandenen kleinen Klüfte wieder mit Adular- oder Periklindrusen bekleidet.

besitzen wir aus denselben alpinen Gegenden sonst ganz ähnliche Gesteine, in welchen ausserdem noch runde Quarzkörnchen deutlich zu erkennen sind.

Aus der Thalschaft Tavetsch, K. Graubünden, hat das Museum ganz neulich einige in Sedrun aufgekaufte lehrreiche Exemplare eines ausgezeichneten Hornblendegneisses erworben, der sich in mehrfacher Beziehung an die oben beschriebenen schiefrigen chloritischen Periklingesteine anschliesst. Im Querbruch besteht er aus langen an einander gereihten tafelförmigen Leisten von farblosen Orthoklaszwillingen in liniendicken Lagen, welche mit etwas dünnern einer lauchgrünen Hornblende alterniren und dem Gesteine, trotz der grosskrystallinischen Beschaffenheit, eine entschiedene Parallelstructur verleihen. Die Hornblendesäulchen sind theilweise in ein Aggregat grünlichweisser, seidenglänzender, paralleler Amianthfasern umgewandelt, eine Paramorphose, die meines Wissens noch nicht beschrieben worden ist und vollständig derjenigen der bekannten, Traversellit genannten, Augitkrystalle von Traversella entspricht. Durch die Loupe erkennen wir, dass die Umwandlung von aussen begonnen hat und bei einzelnen Kryställchen schon vollendet ist. Ohne Loupe sehen die lauchgrünen perlmutterglänzenden Parthien einem Chlorit ähnlich. Nur spärlich und verborgen sind zwischen den stattlichen Adularkrystallen der Drusenkluft einzelne Nädelchen oder Büschel des Amianthes zu bemerken. Der Chlorit scheint hier die Hornblende zu ersetzen. Wie gewohnt schliesst auch dieses Hornblende führende Gestein zahlreiche braune Titanitkryställchen von der bekannten Briefcouvertform ein.

Auf den Kluftflächen lagern stattliche Gruppen und Drusen durch Chlorit grün gefärbter Adularkrystalle, von der bekannten Combination ∞ P. P ∞, welche die unmittelbare Fortsetzung der das Gestein zusammensetzenden

Orthoklaszwillinge bilden. Ebenso bedeckt erdiger, unter der Loupe wurmförmiger, Chlorit fast die ganze Drusenoberfläche, welcher zahlreiche glänzende Titanitkrystalle, meistens Zwillinge, der gewöhnlichen Combination aufgestreut sind. Ohne Zweifel haben wir es auch hier mit einem, durch einen sehr fortgeschrittenen Feldspathisationsprocess chemisch-krystallinisch umgewandelten, ehemaligen sedimentären Gestein zu thun, dessen frühere Beschaffenheit, wenigstens nach den spärlichen vorliegenden Stücken, nicht mehr enträthselt werden kann. Doch könnten auch hier möglicher Weise, wie an andern Orten, die Hornblendelagen aus einem eisenschüssigen magnesiahaltigen Kalk oder Mergel hervorgegangen sein. Der Adular der Drusenklüfte und der Orthoklas der Gesteinsmasse gehören häufig einem und demselben Individuum an, sind also chemisch ein und dasselbe und ohne Zweifel aus derselben in die Klüfte und in das Gestein eingedrungenen Flüssigkeit ausgeschieden worden. In ähnlicher inniger Beziehung stehen die beiden in- und aufliegenden Titanite. [1])

Aus der Betrachtung der soeben besprochenen gneissähnlichen Gesteine der Umgebungen des St. Gotthard und der angrenzenden Gebiete, ergiebt sich demnach, dass sowohl der Adular, in der Form eines farblosen Orthoklases, als auch der Albit, in der Form des Periklins, als wesentliche Bestandtheile gneiss- und granitartiger metamorphischer Gesteine auftreten können und dass sie durch Infiltration auf nassem Wege,

---

[1]) Dabei ist jedoch nicht ausser Acht zu lassen, dass in manchen andern Fällen keine Infiltration gelöster Mineralsubstanzen in das Innere der Gesteine von den Klüften aus stattfand, und sich die Mineralien auf den Kluftflächen der bereits schon erfüllten Gesteine einfach, wie in manchen Erzgängen, in scharf abgeschnittenen Drusenüberzügen ablagerten.

durch die Klüfte, in das Innere dieser Gesteine eingeführt und hier krystallinisch ausgeschieden worden sind. Es stimmen demnach diese Folgerungen mit den schon früher von mir bei der Beschreibung der krystallinischen Gesteine der Urner Alpen ausgesprochenen Ansichten überein. Schon damals wurde darauf hingewiesen, dass die das Schiefergebirg durchbrechenden eruptiven Granite, Syenite und Diorite, in Folge ihrer Zersetzung und Auslaugung, das Material für die krystallinische Umwandlung der angrenzenden sedimentären Gesteine geliefert haben. Diese Vermuthung wird auch durch das Studium der vorliegenden metamorphischen Gesteinsproben unterstützt. Oefter mag auch ein bereits metamorphosirtes Gestein durch seine Zersetzung die chemische Umwandlung eines andern, nächstliegenden, veranlasst haben. [1])

Aus dem Studium der krystallinischen Schiefergesteine der nähern und fernern Umgebungen des St. Gotthard, namentlich der Urner-, Graubündner-, Tessiner- und Walliser-Alpen, ergiebt sich als allgemeines Resultat, dass die metamorphischen Vorgänge, welchen diese Schiefer und Gneisse unterlagen, nicht auf eine blosse Umlagerung und krystallinische Ausbildung bereits schon vorhandener Stoffe, in Folge der Einwirkung des heissen Erdinnern oder im erhitzten Zustand emporgedrungener Eruptivgesteine, also nicht auf einen reinen thermischen Contactmetamorphismus, nach Art der Einwirkung feurig aufgestiegener Basalte auf das durchbrochene sedimentäre Gestein, zurückzuführen sind. Vielmehr haben wir es in den meisten, unsere alpine

[1]) Wir würden eine bessere Einsicht in den Gang dieser chemisch-krystallinischen Umwandlungsprocesse und in die ursprüngliche Beschaffenheit der umgewandelten Schiefergesteine erlangen, wenn uns vollständige Serien der verschiedenen Umbildungsstadien vorlägen, was nur selten der Fall ist.

Centralketten betreffenden Fällen, mit einer wahrhaften chemischen Umwandlung, die auf dem Ein- und Austritt, also auf einem Austausche verschiedenartiger Stoffe beruht, zu thun, wofür nicht nur die unserer Sammlung von verschiedenen Seiten her einverleibten Handstücke, sondern auch die an Ort und Stelle im Gebirge selbst gemachten Beobachtungen sprechen.

Die hauptsächlichsten chemisch-krystallinischen Umwandlungen unserer Centralgesteine scheinen erst nach der Haupterhebung unserer Alpen, wohl in Folge derselben, eingetreten zu sein, also in der Tertiärzeit. Jedenfalls sind sie postjurassischen Datums, wie man aus den ganz übereinstimmenden Umwandlungsprocessen unzweifelhaft jurassischer Gesteine schliessen darf. Die Hauptmasse jedoch der krystallinischen Centralgesteine scheint der Devon- und Carbonformation anzugehören. Ihre Hebung und Metamorphose wäre also erst lange nach ihrer Ablagerung erfolgt.

Zu der Beurtheilung der chemischen Vorgänge, welche die Umwandlung der ehemaligen sedimentären Ablagerungen in krystallinische Schiefergesteine bewirkt haben, giebt uns das sorgfältige Studium der Pseudomorphosen, d. h. der mit Beibehaltung ihrer Form in ihrem chemischen Bestand veränderten Krystallbildungen die sichersten Anhaltspunkte. Namentlich gilt diess von solchen Pseudomorphosen, die Mineralien von allgemeiner Verbreitung und von massenhaftem Auftreten angehören. In der That, derselbe chemische Umwandlungsprocess, den wir an dem einzelnen, seine Form bewahrenden Krystall beobachten, derselbe muss sich auch an allen gleichartigen und zu grösseren Gebirgsmassen vereinigten Krystallindividuen vollziehen, welche demselben metamorphischen Reviere angehören. Die Pseudomorphosen haben den grossen Vorzug, dass sie uns in der noch erhaltenen Krystallform

des verdrängten oder umgewandelten Minerales die Art desselben erkennen lassen, während in den unregelmässig und unvollkommen ausgebildeten Krystallaggregaten ganzer Gebirgsmassen die Natur der verdrängten oder umgewandelten Mineralbestandtheile nicht leicht mehr erkannt werden kann.

Es mag demnach der Versuch gerechtfertigt erscheinen, die metamorphischen Processe, welche die Umwandlung unserer alpinen Schiefergesteine bewirkt haben, nach denselben Principien zu ordnen, wie diejenigen, welche sich aus dem Studium der einzelnen Pseudomorphosen ergeben haben.

R. Blum unterscheidet in seinem ausgezeichneten Werke über die Pseudomorphosen des Mineralreiches zwei grosse Abtheilungen:

1) Umwandlungspseudomorphosen, bei denen das neue Mineral aus der chemischen Umwandlung des alten, nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft hervorgegangen ist.

2) Verdrängungspseudomorphosen, wobei die neue Substanz in keiner deutlich erkennbaren chemischen Beziehung zu der des verdrängten Minerales gestanden hat.

Es fand bloss eine Umhüllung der Krystalle des alten Minerales oder eine Ausfüllung der von demselben, nach seiner Auflösung zurückgelassenen, Hohlräume durch das neue statt (Umhüllungs- und Ausfüllungspseudomorphosen), oder die neue Substanz durchdrang allmählig in gelöster Form die Masse der alten und verdrängte dieselbe, ohne dass ein bekannter chemischer Process dabei mit Klarheit nachzuweisen wäre.

A. Metamorphismus, nach Art der Umwandlungspseudomorphosen. Wir gruppiren diese metamorphischen Processe in dieselben vier naturgemässen

Unterabtheilungen, in welche Blum die genannten Pseudomorphosen eintheilt.

1) Metamorphismus ohne Verlust und Aufnahme von Stoffen, welcher durch blosse Umlagerung und krystallinische Ausbildung bereits vorhandener Stoffe erfolgt ist. Es ist dies der alte Contactmetamorphismus, nach welchem in sedimentären und anderen Gesteinen durch den Contact mit heissen Eruptivgesteinen oder dadurch, dass sie auf anderem Wege den tieferen und wärmeren Schichten der Erdrinde näher gerückt worden sind, eine durch die Wärme bewirkte, moleculare Umlagerung der Theile einer und derselben Substanz oder eine Neubildung von Mineralien aus dem bereits vorhandenen Material unter veränderten Temperaturverhältnissen stattgefunden hat.

In diese Abtheilung gehören wesentlich die sog. Paramorphosen, z. B. die Umwandlung von Arragonit in Calcit, also von rhombischem in rhomboedrischen kohlensauren Kalk, und umgekehrt, und bei den Gesteinen im Grossen die krystallinische Umbildung von dichtem zu körnig-krystallinischem Kalkstein, ein Process, bei welchem vielleicht doch neben der Wärme auch Feuchtigkeit mitgewirkt hat.

Wenn sich durch den Contact mit heissen Eruptivgesteinen in solchen körnigen Kalken noch andere Mineralien, wie Granat, Idokras, Spinell, Magneteisen, Pargasit etc. ausgebildet haben, so möchten doch in manchen Fällen aus dem heissen Eruptivgestein, so namentlich aus dem Granit, auf hydroplutonischem Wege, also durch die vereinte Wirkung der Wärme und des überhitzten Wassers, Stoffe in den in Umwandlung begriffenen körnigen Kalk eingeführt worden sein, eine Ansicht, welche wohl mit Recht, durch die bekannten Versuche von Daubrée unterstützt, in neuerer Zeit wieder viele Anhänger

gefunden hat. Dasselbe gilt auch von andern durch Contact erfolgten Umwandlungsprocessen [1])

Dagegen sollen nach den sorgfältigen Untersuchungen von Naumann, Th. Scheerer, Fikenscher und Anderer, manche krystallinischen Schiefer, namentlich Glimmerschiefer und Gneisse aus der Umwandlung ehemaliger, sedimentärer Schieferthone oder Thonschiefer ohne Zu- oder Austritt von Stoffen stattgefunden haben, wofür allerdings eine Reihe sorgfältig ausgeführter Analysen sprechen. In diesem Falle hätte die Kieselerde mit den vorhandenen basischen Bestandtheilen neue Verbindungen eingegangen oder wäre theilweise wieder zwischen den krystallinischen Neubildungen ausgeschieden worden. Aber auch in diesem Falle bleibt die Mitwirkung erhitzten Wassers, und wäre es auch nur als die in mikroskopischen Parthieen das Gestein durchdringende Feuchtigkeit, zur molecularen Bewegung sich bereits fast berührender Theilchen sehr wahrscheinlich. Eigentlicher Paramorphismus im engern Sinne ist das nicht.

Bis in die letzten Jahrzehnde waren die meisten Geologen geneigt, die metamorphischen Vorgänge im Allgemeinen, und so insbesondere die Entstehung der krystallinischen Schiefer in der oben beschriebenen Weise als einen blossen krystallinischen Umbildungsprocess bereits vorhandener Stoffe zu betrachten, ohne dass dabei neue Bestandtheile eingetreten oder alte ausgetreten wären.

---

[1]) Für die hydroplutonische Entstehung der Granite selbst sprechen manche Beobachtungen, namentlich die bei Dünnschliffen sichtbar werdenden Flüssigkeitsporen mit beweglichem Bläschen, sprechen auch die in den Klüften ausgeschiedenen Orthoklas- und Bergkrystalle, die unmittelbar aus der Gesteinsmasse fortsetzen und von unzweifelhaft hydrochemischen Krystallbildungen nicht zu unterscheiden sind. Ein ausgezeichnetes Beispiel dieser Art bildet der Granit von Baveno, dessen Quarz und Orthoklas auf Kluftflächen in deutlichen Krystalldrusen auftritt, die unmittelbar aus dem Gestein fortsetzen.

Auch in neuester Zeit haben sich wieder gewichtige Stimmen für diese Ansicht erhoben und die von Naumann, Scheerer und Andern angeführten Thatsachen scheinen für diese Auffassung zu sprechen. Dennoch könnte ich diesem paramorphischen Umwandlungsmetamorphismus, wenn er auch in einzelnen Gebirgen nachzuweisen ist, lange nicht die allgemeine Geltung zuschreiben, wie dies noch einige Geologen thun. In unsern Alpen finden wir vorherrschend andere Vorgänge.

2) Metamorphismus, mit blossem Verlust von Bestandtheilen verbunden. Reine Fälle dieser Art mögen selten nachzuweisen sein. Doch dürfen wir hieher manche Verwittrungs- und Auslaugungsprocesse rechnen, welche von dem Verlust einzelner Bestandtheile in Felsmassen begleitet waren. Hieher würde ich z. B. die Spiriferensandsteine der Rheinischen Grauwacke und ähnliche eisenschüssige Sandsteine des Maderanerthales zählen, welche ihren Kalkgehalt eingebüsst und von den eingebetteten Kalkschalen und Encrinitenstielen nur die Hohlformen zurückgelassen haben. Die Umwandlung von Braun- und Rotheisensteinlagern in Magneteisen lässt sich gleichfalls als blosse Reduction erklären, mit krystallinischer Ausbildung des sauersoffärmern Oxydes. Wie hier, so wirkten auch bei der Pyritbildung aus den Salzen des Eisens, organische Substanzen reducirend mit. Hieher dürfte auch die thonige Verwitterung der meisten krystallinischen Feldspathgesteine zu zählen sein, in denen die alkalischen Bestandtheile und ein Theil der Kieselerde ausgetreten sind, obgleich auch hier wohl in den meisten Fällen andere, wenn auch weniger bemerkbare Stoffe, namentlich Wasser und Sauerstoff und bisweilen Kohlensäure dagegen hinzugekommen sind. So wurde das basische Eisenoxydul zu Oxyd oder Oxydhydrat oxydirt und oft blieb auch ein Theil der weniger löslichen Kalk-

und Talkerde an Kohlensäure gebunden in der Gesteinsmasse zurück. Uebrigens sind die Vorgänge bei der Zersetzung und Verwittrung der Felsmassen im Grossen noch lange nicht genügend studirt.

3) Metamorphismus durch blosse Aufnahme von Stoffen. Aus dieser Gruppe besitzen wir einen ausgezeichneten Fall in der Umwandlung des wasserfreien Anhydrites in wasserhaltigen schwefelsauren Kalk, welche bekanntlich mit einer Aufquellung des Anhydrites und nicht selten mit einer Dislocation der anliegenden Gebirgstheile verknüpft war.

Die Umwandlung des Kalksteines in Dolomit, obgleich hier, der chemischen Zusammensetzung zufolge, zu kohlensaurer Kalkerde bloss kohlensaure Talkerde hinzutritt, gehört wohl doch nicht hieher, indem gleichzeitig bei diesem Umwandlungsprocess, wie man aus den zahlreichen Hohlräumen schliessen kann, ein beträchtlicher Theil der kohlensauren Kalkerde austritt. Nehmen wir, wie für einzelne Fälle nicht unwahrscheinlich, eine Dolomitisirung der Kalksteine durch infiltrirte Lösungen von schwefelsaurer Talkerde oder von Chlormagnesium an, bei höherer Temperatur und Druck, so hätten wir es mit einem Umwandlungsprocess durch Austausch von Bestandtheilen zu thun.

Auch die Umwandlung der Quarzlager zu Speckstein lässt sich nicht durch einfachen Hinzutritt gelöster Talkerde befriedigend erklären.

Als Resultat des Verwittrungs- und Abschwemmungsprocesses sehen wir die wieder zu mächtigen Gebirgen empor gehobenen Sand-, Thon-, Kalk-, Gyps- und Salzablagerungen, die alle wieder durch metamorphische Processe neuen Umbildungen oder abermaliger Zerstörung entgegengehen.

Dagegen dürfen wir hieher eine Reihe von Umwand-

lungsprocessen rechnen, durch welche die krystallinischen Schiefergebirge unserer Centralalpen aus ehemaligen Thonen, Mergeln, Sandsteinen und Mergelsandsteinen hervorgegangen sind, und ganz besonders die von mir in der vorliegenden Arbeit und in den letzten Heften ausführlich beschriebenen feinkörnigen Quarzite, Quarzitgneisse und Quarzitglimmerschiefer, die, meinen Beobachtungen zufolge, aus reinen oder thonigen, oft auch eisenschüssigen Sandsteinen durch chemische Umwandlung auf nassem Wege, wahrscheinlich unter Beihülfe von Druck und Wärme, sich entwickelt haben. Es wurden in diesen Fällen, wie ich gezeigt, die zu Feldspath- und Glimmerbildung nöthigen Stoffe in gelöster Form durch die Felsklüfte in die lockere, körnige Masse des ehemaligen Sandsteines eingeführt und zwischen den Sandkörnern in Form kleiner Kryställchen und Schüppchen, in den freien Klüften selbst aber in wohlgebildeten Krystalldrusen ausgeschieden. Der bereits etwa vorhandene Eisen- und Thongehalt wurde gleichfalls zur Glimmerbildung, durch Zutritt gelöster alkalischer Silicate, verwendet. Eine ähnliche Umbildung zu Chlorit- oder Glimmerschiefer erlitten auch die schiefrigen Thone und Mergel.

Sollten auch bei diesen chemisch - krystallinischen Umwandlungsprocessen einzelne Stoffe ausgetreten sein, wie leicht möglich, obgleich nicht bestimmt nachweisbar, so beruht doch der ganze metamorphische Process vorherrschend oder fast ausschliesslich auf einer Aufnahme neuer Stoffe, welche die lockere Masse des bereits vorhandenen Gesteines in gelöstem Zustand durchdrungen haben und darin zur krystallinischen Ausscheidung gekommen sind.

In den ausgezeichneten Pseudomorphosen von Glimmer nach Andalusit, von Lisens im Tyrol, haben wir den deutlichen Nachweis der Glimmerbildung aus einem Thon-

silicat, und auch hier ist jedenfalls vorherrschend, wenn nicht ausschliesslich, die Umwandlung durch Hinzutritt von Stoffen erfolgt, wie die aufgequollenen Formen des ehemaligen Andalusites zeigen. Wir dürfen deshalb die in unsern Alpen so häufig beobachtete Umwandlung thoniger Gesteine in glimmerige (Glimmerschiefer, Talkglimmerschiefer, Chloritschiefer) nicht einer blossen molecularen Umsetzung und krystallinischen Ausbildung, sondern einem Zutritt neuer Stoffe zuschreiben, welche mit den bereits vorhandenen neue chemische Verbindungen eingegangen sind. Wir können diesen weit verbreiteten Umwandlungsprocess der thonigen Schiefer zu Chlorit- und Glimmerschiefer, den Micatisations- oder Verglimmerungsprocess nennen.

Der Verkieselungsprocess ehemaliger Kalksteine, Mergel oder Thone zu Kieselschiefern, verhärteten Mergeln und buntgebänderten Bandjaspissen beruht wohl vorwiegend auf einer Imprägnation dieser mehr oder minder permeabeln Gesteine mit gelöster Kieselerde, wobei die Substanz des ehemaligen reinen Kalksteines oder Mergels noch grösstentheils in der umgewandelten Masse erhalten blieb und nur langsam durch die eingedrungenen wässerigen Lösungen entfernt wurde.

Einen ähnlichen Verkieselungsprocess durch infiltrirte gelöste Kieselerde erlitten auch häufig die Sandsteine, wobei die ausgeschiedene glasige Quarzsubstanz als Cement die Zwischenräume zwischen den Quarzkörnern ausfüllte und zu einer scheinbar gleichartigen körnigen Quarzmasse vereinigte. Grössere Zwischenräume wurden gleichfalls mit grauem durchsichtigen Glasquarz ausgefüllt, und auf Klüften konnte sich die gelöste Kieselerde in Form wohlgebildeter Bergkrystalle oder Rauchquarze ausscheiden. So entstanden in unsern Alpen und in andern Gebirgen aus ehemaligen Sandsteinen die körnigen Quarzite, die

dann durch weitere Aufnahme von Glimmer- und Feldspathsubstanz in gneissartige Gesteine übergehen konnten.

Diese bald feinkörnigen, bald gröberkörnigen, meist schiefrigen oder in dünnen Bänken abgelagerten Quarzite zeigen eine weite Verbreitung in allen mir bekannten krystallinischen Schiefergebirgen, namentlich als Einlagerungen zwischen Thon- und Glimmerschiefer. Hieher gehört vielleicht auch der berühmte Itacolomit von Brasilien, das Muttergestein des Diamanten, der aber überdies noch durch Aufnahme des die Sandkörnchen umhüllenden talkartigen Minerales eine eigenthümliche Biegsamkeit (Gelenkquarz) erlangt hat. Durch weitere Aufnahme von Eisenglimmer oder vielmehr durch krystallinische Umwandlung des schon vorher vorhandenen ocherigen Eisengehaltes gehen diese schiefrigen Quarzite in einen ausgezeichneten Eisenglimmerschiefer über.

Die bekannte Felsnadel vom Schneckenstein in Sachsen, in deren Klüften sich neben Quarzen die schönen flächenreichen Topaskrystalle ausgeschieden haben, ist nichts anders als ein ausgezeichnet feinkörniger, schieferiger Quarzit mit dünnen Zwischenlagen von Glimmerblättchen und schwarzen Turmalinkryställchen.

Der grobkörnige weisse Quarzit aus dem Kanton Wallis mit den Molybdänblättchen und den graulichen Quarzparthien zeigt den reinen Silicatisationsprocess.

4. Metamorphismus durch Austausch von Stoffen, also durch Verlust alter und Aufnahme neuer Bestandtheile. Weitaus die meisten Umbildungsprocesse, namentlich diejenigen, aus welchen die geschichteten und ungeschichteten krystallinischen Gesteine unserer Centralalpen hervorgegangen sind, gehören dieser Gruppe an.

Hieher gehört wohl die Umwandlung kalkiger und thoniger eisenschüssiger Gesteine in Hornblende- und Strahlsteinschiefer, in Chlorit- und Talkschiefer, in Hornblende-

und Chloritgneiss, also in krystallinische Schiefergesteine, wie die im vorhergehenden Aufsatz aus den Umgebungen des St. Gotthard beschriebenen. Hieher gehört auch die Umwandlung des Gabbro, des Diorites, Syenites und ähnlicher Gesteine in Serpentin, die sich an vielen Stellen in unsern Alpen und in andern krystallinischen Gebirgen nachweisen lässt. Auch Thonschiefer, wie ich im Etzlithal des Nähern nachweisen konnte, gehen in Serpentin oder in Talkschiefer über.

Durch ähnliche, auf Austausch von Stoffen beruhende Processe, gehen vielleicht manche Thonschiefer in Glimmerschiefer, ferner Hornblendeschiefer in Chlorit-, Glimmer- und Epidotschiefer, Hornblendegneisse in Chloritgneisse über und wird auch in den eigentlichen Syeniten die Hornblende in einen dunkelgrünen Glimmer umgewandelt, ein in unsern Alpen vielfältig zu beobachtender Process.

Ueberhaupt liefert die Hornblende Stoff zu vielen Neubildungen entweder dadurch, dass sie nach Art der Pseudomorphosen direkt durch Austausch von Bestandtheilen in Chlorit, Glimmer, Epidot und andere Mineralien übergeht, oder dadurch, dass sie in gelöster Gestalt aus in Zersetzung begriffenen alten Hornblendegesteinen austritt und sich in den Klüften und Drusenräumen eines benachbarten Gesteines wieder als Hornblende in der Form von Amianthfasern oder durch Umsetzung ihrer Bestandtheile in der Form von grünen Glimmerblättchen, Chloritschüppchen und Chloritwürmchen, oder von Epidotnadeln deutlich krystallisirt ausscheidet. Vorzüglich liefert die Hornblende das Material für secundäre Chlorit-, Amianth- und Epidotbildungen.

In ähnlicher Weise werden auch die Feldspathe der granitischen Gesteine, namentlich der Syenite und Diorite, bisweilen auch der Granite, bei ihrer Zersetzung ausgelaugt, und in wenig veränderter Zusammensetzung in

den Klüften benachbarter, in Umwandlung begriffenen Gesteine als wohlgebildete Drusen von Adular oder Orthoklas, von Albit oder Periklin wieder ausgeschieden, und ebenso, wie bereits gezeigt, in der Masse dieser Gesteine selbst, hinzutretend oder andere Stoffe, wie Kalk, verdrängend, krystallinisch abgelagert. Auch Zeolithbildungen entstehen auf diesem Wege.[1])

Auch die Feldspathe, so namentlich der Oligoklas, scheinen nach den zahlreichen, von mir in den Urner-Alpen gesammelten Beobachtungen, der Umwandlung in einen dichten, blass grünlichen Talk oder vielmehr in ein talkähnliches Mineral und zuletzt in einen Talkglimmer fähig zu sein. Pseudomorphosen von Speckstein, Talk und Glimmer nach Feldspath werden von Blum an mehrern Orten angeführt und sicher haben ähnliche Umwandlungen im Grossen an Gesteinen in den meisten Fällen stattgefunden, ohne dass die Form des alten Minerales, also hier die des Feldspathes, erhalten blieb.

Von allen in den granitischen Gesteinen auftretenden Mineralien scheint der krystallinische Quarz am längsten allen Angriffen und Umwandlungen zu widerstehen, obwohl er ohne Zweifel am Ende gleichfalls, wie Alles, dem Wechsel und der Verwandlung unterliegt. Abgezehrte, durch erodirende Flüssigkeiten halb aufgelöste Bergkrystalle habe ich aus der Beckh'schen Sammlung schon oben beschrieben. Ebenso beweisen die schönen, scharf ausgebildeten Pseudomorphosen von Speckstein nach Bergkrystall von Göpfersgrün in Bayern die Umwandlungsfähigkeit des Quarzes. Auch in den Zinnerzlagerstätten

---

[1]) Ebenso konnten gröbere oder feinere breccienartige Sandsteine und Conglomerate, wie die der Grauwacke und des Rothliegenden, wozu ich auch unsere Sernifitgesteine rechne, durch Infiltration von Kiesel- und Feldspathsubstanz in granitartige Gesteine übergeführt oder bereits zerfallene Granite wieder regenerirt werden.

des Erzgebirges geht der Quarz in eine weiche, weissliche, specksteinartige Substanz über.

Für diese vierte Gruppe von metamorphischen Vorgängen besitzen wir in den Umwandlungspseudomorphosen durch Austausch von Bestandtheilen so zahlreiche und mannigfaltige Beispiele, gerade unter den verbreitetsten felsbildenden Mineralien, dass wir jetzt schon, an der Hand derselben, eine Einsicht in die analogen Vorgänge im Grossen zu erlangen beginnen. Aber auch hier stehen wir erst am Anfang einer Reihe von Aufschlüssen, welche fortgesetzte Beobachtungen unsern Nachfolgern liefern werden.

Indem ich in dem Vorstehenden die verschiedenen Richtungen des Gesteinsmetamorphismus nach Art der Pseudomorphosen eintheilte, habe ich mich darauf beschränkt, von jeder derselben nur wenige naheliegende Beispiele aufzuführen, namentlich aus den krystallinischen Schiefergesteinen unserer Centralalpen, welche den Anlass zu den vorliegenden Betrachtungen gegeben haben. Eine Menge wichtiger Umwandlungsprocesse sind dabei unerwähnt geblieben, indem ich bloss den Rahmen zu einer neuen Eintheilung liefern wollte.

Es bleibt uns noch eine letzte Gruppe metamorphischer Vorgänge in Kürze zu erwähnen übrig.

B. Metamorphismus nach Art der Verdrängungspseudomorphosen. Hier trat also ein neues Mineral, gewissermassen Atom für Atom, Punkt für Punkt, an die Stelle eines andern, ohne dass bestimmte chemische Beziehungen zwischen den Bestandtheilen des alten und des neuen zu erkennen wären. Es fand also kein Austausch von Bestandtheilen nach den Gesetzen der chemischen Wahlverwandschaft statt. Ein vorhandenes Mineral trat in Lösung und während dieses Vorganges setzte sich ein neues, weniger lösliches, Mineral an die Stelle

des alten, Molekül für Molekül ansetzend, ab oder umhüllte das alte, ehe dieses selbst in Lösung trat.

In die Reihe dieser, den Verdrängungspseudomorphosen entsprechenden, metamorphischen Processe gehört wohl die Umwandlung von Kalksteinen und Mergeln in Kieselschiefer und Hornstein, also die Verdrängung des Kalkes durch Kiesel, wofür wir in den bekannten Pseudomorphosen von körnigem Quarz und Hornstein nach den gemeinsten Formen des Kalkspathes (z. B. hexagonale Säule ∞ P. o P; erstes stumpferes Rhomboeder $-\frac{1}{2}$ R; Scalenoeder R^3) überzeugende Beweise vor Augen haben, auch wenn wir nicht die allmähligen Uebergänge von der einen Substanz in die andere an Ort und Stelle verfolgen könnten. Manche dieser Formen erscheinen als hohle Umhüllungspseudomorphosen.

Aus den wohlerhaltenen Pseudomorphosen von Hornstein nach Gyps von Passy bei Paris wissen wir, dass auch der Gyps durch Quarz verdrängt werden kann.

Noch wichtiger aber, als die Ersetzung von Kalkstein durch Kiesel, ist für die Beurtheilung unserer alpinen metamorphischen Gesteine die Verdrängung des Kalkspathes und des Kalksteines durch Feldspath, von der ich bereits oben einige lehrreiche Beispiele aus den Umgebungen des St. Gotthard und den benachbarten Walliser Thälern beschrieben habe. Bald ist es Albit, als Periklin, bald ein farbloser, Adular ähnlicher Orthoklas, welcher nun in deutlich krystallinischen Aggregaten die Stelle des muthmasslich hier vorhanden gewesenen Kalksteines einnimmt. Die Spuren des Kalksteines sind zwar hier völlig verwischt, so dass wir auf Vermuthungen beschränkt sind. Jedoch giebt die auf den Drusenklüften dieser Gesteine jetzt noch zu beobachtende, bald erst beginnende, bald fast vollendete, Umwandlung oder Verdrängung von halb-

zerfressenen Kalkspathkrystallen durch Perikline, bis zum gänzlichen Verschwinden des Kalkspathes, dieser Vermuthung hohe Wahrscheinlichkeit. Sind glimmerhaltige Kalksteine einem solchen Feldspathisirungsprocess erlegen, so gehen, namentlich wenn noch Quarz miteintritt, den Graniten sehr ähnliche Gesteine daraus hervor.

In unsern Alpen scheinen solche glimmerhaltigen, in Umwandlung begriffenen, Kalksteine in der Contactlinie zwischen Gneiss- und Kalkgebirg an manchen Orten aufzutreten. Erlag der körnige Kalk einem solchen Verkieselungs- oder Feldspathisirungsprocess, so mussten gleichfalls gneiss- oder granitartige Gesteine daraus entstehen. Nach den zahlreichen, in den Studer'schen Werken, namentlich in der Geologie der Schweiz, mitgetheilten scharfsinnigen Beobachtungen und Andeutungen zeigen diese glimmerhaltigen, körnigen Kalksteine und deren Uebergänge zu gneiss- oder granitartigen Felsarten eine ziemliche Verbreitung. Auch Volger hat in den bereits oben erwähnten Arbeiten diese metamorphischen Processe, und namentlich den Feldspathisirungsprocess an zahlreichen Handstücken aus der vortrefflichen Wiser'schen Sammlung und aus der Hochschulsammlung sehr sorgfältig studirt und einlässlich beschrieben.

Ausser der Ersetzung des kohlensauren Kalkes durch Kiesel- und Feldspath und der Umwandlung thoniger Gesteine in glimmerführende haben in unsern Alpen gewiss noch eine Reihe von andern Veränderungen stattgefunden, die sich nach Art der Pseudomorphosen erklären lassen. Weitaus das Meiste harrt jedoch noch der nähern Untersuchung. So versprechen namentlich die von Zirkel, von Lasaulx und Andern begonnenen mikroskopischen Studien an Dünnschliffen von Thonschiefern, Glimmerschiefern und ähnlichen metamorphischen Gesteinen neue Aufschlüsse, obgleich die eigenthümliche Beschaffenheit

dieser Gesteine, namentlich ihre geringe Festigkeit beim Schleifen und ihre meist geringe Durchsichtigkeit, der neuen Untersuchungsmethode eigenthümliche Schwierigkeiten in den Weg legen.

In dem Vorstehenden sollten, anlässlich der Beschreibung einiger unserer Sammlung zugekommenen metamorphischen Gesteinsstücke aus den Umgebungen des St. Gotthard, bloss einige Andeutungen über die verschiedenen Richtungen unseres alpinen Metamorphismus gegeben und das bereits Erkannte unter wenige Gesichtspunkte gestellt werden, welche einen Ueberblick über die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen und das ihnen Gemeinsame gestatten. Wir können diese Betrachtungen in folgende Sätze zusammenfassen.

Résumé.

1) Die aus der Umwandlung von Sandsteinen durch Infiltration von Quarz-, Feldspath- und Glimmersubstanz hervorgegangenen Quarzite, Quarzitgneisse und Quarzitglimmerschiefer besitzen in unsern Centralalpen eine weite Verbreitung und lassen sich auch in andern krystallinischen Gebirgen nachweisen. Sie scheinen grösstentheils den paläozoischen Formationen, namentlich der Devon- und Carbonformation anzugehören.

2) Andere gneissartige feldspathreiche Gesteine unserer Centralalpen scheinen durch einen Feldspathisationsprocess aus der Umwandlung von Kalksteinen und Mergeln hervorgegangen zu sein, wobei der Thon- und Eisengehalt zur Chlorit- und Glimmerbildung, bisweilen auch zur Bildung von Turmalin, verwendet wurde. Der Titangehalt kam in Form von Rutil, Anatas, Brookit und Sphen, ein Theil des Eisens in Form von Eisenglanz zur krystallinischen Ausscheidung.

3) Manche gneiss- und granitartige metamorphische Gesteine dieser Gebirge enthalten als Hauptbestandtheil einen mit dem Adular identischen farblosen Orthoklas, oder einen weissen körnigen Albit in der Form des Periklins.

4) Die metamorphischen Schiefergesteine unserer Centralalpen, wie Thonschiefer, Chlorit-, Glimmer-, Talk- nnd Hornblendeschiefer, lassen sich nicht aus blossen krystallinischen Umbildungsprocessen durch Einwirkung der Wärme allein erklären, sondern sind als wahre chemische Umwandlungen, entstanden durch Ein- und Austritt von Substanzen in gelöster Gestalt, oft unter Beihülfe von Wärme, zu betrachten, wobei sich neue chemische Verbindungen bildeten.

5) Die Hornblende der Syenite und Diorite liefert durch ihre Zersetzung oder Auflösung häufig das Material zu krystallisirten Neubildungen von Amianth, Chlorit, Glimmer und Epidot.

6) Ebenso gehen aus der Zersetzung und Auflösung des feldspathigen Gemengtheiles der granitischen Gesteine krystallinische Neubildungen von Orthoklas oder Adular, Albit oder Periklin hervor, welche sich theils in den Klüften zu wohlgebildeten Krystalldrusen ausscheiden, theils in das Innere ehemaliger Sedimentgesteine eindringend eine chemisch-krystallinische Umwandlung derselben bewirken.

7) Zur Beurtheilung der metamorphischen Processe giebt das Studium der Pseudomorphosen die geeignetsten Anhaltspunkte, indem sie aus analogen Processen hervorgingen. Wir können deshalb die verschiedenen Richtungen des Metamorphismus nach denselben Gesichtspunkten, wie die Pseudomorphosen gruppiren.

8) Indem wir uns an die Blum'sche Eintheilung der Pseudomorphosen anschliessen, können wir die metamorphischen Processe in folgende Gruppen zusammen fassen:

A. Metamorphismus nach Art der Umwandlungspseudomorphosen.

a. M. ohne Verlust und Aufnahme von Stoffen, also blosse krystallinische Umsetzung oder Ausbildung desselben Stoffes, begünstigt durch Feuchtigkeit und Wärme, z. B. Umwandlung des dichten in körnigen Kalkstein, Umwandlung von Schieferthonen in gewisse Thon- und Glimmerschiefer und andere Wirkungen des sogenannten Contactmetamorphismus.

b. M. durch blossen Verlust von Bestandtheilen, z. B. Auslaugung des kalkhaltigen Spiriferensandsteines, Umwandlung von Braun- und Rotheisenstein in Magneteisensteinlager, manche durch Verwittrung veränderte Gesteine.

c. M. durch blosse Aufnahme von Stoffen, z. B. Umwandlung von Anhydrit zu Gyps, von Sandstein zu Quarzit und Quarzitgneiss, von Kalkstein und Mergeln zu verkieselten Gesteinen.

d. M. durch Austausch von Stoffen, wohl der häufigste Fall, z. B.: Umwandlung kalkiger und thoniger Gesteine zu Hornblende-, Chlorit-, Talk- und Glimmerschiefer, von Hornblendeschiefer zu Chlorit- und Glimmerschiefer, von Diorit und Gabbro zu Serpentin.

B. Metamorphismus nach Art der Verdrängungspseudomorphosen, z. B. Umwandlung der Kalksteine und Mergel zu Kieselschiefer, Jaspis und Hornstein, oder in granit- und gneissartige Feldspathgesteine.

9) In Bezug auf das die Umwandlung bewirkende Material können wir in unsern Alpen vorwaltend folgende metamorphische Processe unterscheiden:

A. Silicatisation oder Verkieselung.

B. Feldspathisation oder Bildung von Feldspathgesteinen.

C. Micatisation oder Verglimmerung (Chlorit inbegriffen).

D. Dolomitisation, bei den Kalkgebirgen.

Die Umwandlung unserer alpinen Sedimentgesteine zu kalk-, serpentin- und hornblendeführenden Schiefern macht sich nur untergeordnet geltend. Dasselbe gilt auch von der Entstehung der Serpentine aus Gabbro, Dioriten und andern alten Eruptivgesteinen.

10) Auch die Eruptivgesteine, die Granite, Syenite, Diorite, Gabbros, haben im Laufe der Zeiten weitere Umwandlungen erlitten, wobei frühere Bestandtheile aus- und neue eingetreten sind, welche neue Mineralbildungen in diesen Gesteinen veranlasst haben.

Geschenke

an das

naturhistorische Museum

in den Jahren 1867 bis 1872.

---

1. Geldbeiträge.

Von l. Gemeinnützigen Gesellschaft, Jahresbeitrag für 1867	Fr.	300. —
Von l. Museums-Verein, desgl.	„	700. —
Von l. akademischen Gesellschaft, Beiträge für 1867	„	142. 30
Von Hrn. Prof. P. Merian, zur Verwendung für die Bibliothek	„	1000. —
	Fr.	2142. 30

Von l. Gemeinnützigen Gesellschaft, Jahresbeitrag für 1868	Fr.	300. —
Von l. Museums-Verein, desgl.	„	700. —
Von l. akademischen Gesellschaft, Beiträge für 1868	„	115. 30
Von Hrn. Prof. P. Merian, für die Bibliothek	„	1000. —
	Fr.	2115. 30

Von l. Gemeinnützigen Gesellschaft, Jahresbeitrag für 1869	Fr.	300. —
Von l. Museums-Verein, desgl.	„	700. —
Von l. akademischen Gesellschaft, Beiträge für 1869	„	115. 30
Von Hrn. Prof. P. Merian, für die Bibliothek	„	1000. —
Von demselben, an den naturhistorischen Fond	„	200. —
	Fr.	2315. 30
Von l. Gemeinnützigen Gesellschaft, Jahresbeitrag für 1870	Fr.	300. —
Von l. Museums-Verein, desgl.	„	700. —
Von l. akademischen Gesellschaft, Beiträge für 1870	„	115. 30
Von Hrn. Prof. P. Merian, für die Bibliothek	„	1000. —
	Fr.	2115. 30
Von l. Gemeinnützigen Gesellschaft, Jahresbeitrag für 1871	Fr.	300. —
Von l. Museums-Verein, desgl.	„	700. —
Von demselben, Beitrag zur Anschaffung eines Gorilla-Skeletts	„	600. —
Von l. akademischen Gesellschaft, desgl. .	„	600. —
Von derselben, Beiträge für 1871	„	115. 30
Von 66 Subscribenten für das Gorilla-Skelett	„	2870. 55
Von Hrn. Andr. Bischoff-Ehinger	„	500. —
Von Hrn. Prof. P. Merian	„	60. —
Von demselben, für die Bibliothek	„	1000. —
	Fr.	6745. 85
Von l. Gemeinnützigen Gesellschaft, Jahresbeitrag für 1872	Fr.	300. —
Von l. Museums-Verein, desgl.	„	700. —
Transport .	Fr.	1000. —

	Transport .	Fr. 1000. —
Von l. akademischen Gesellschaft, Beiträge für 1872	„	115. 30
Von E. E. Trauerhause	„	900. —
Von Hrn. Prof. P. Merian für die Bibliothek	„	1000. —
Von Hrn. Dan. Burckhardt-Forcart, für Anschaffung von Mineralien	„	100. —
		Fr. 3115. 30

2. Für die zoologische Sammlung.

Von den Erben von Hrn. Prof. J. J. Mieg sel.:

600 Stück europäische Vögel.

89 Arten Eier und eine Anzahl Nester.

Von Hrn. Dr. Gust. Bernoulli in Guatemala:

Oreophasis Derbianus. Gray. ♂ u. ♀. vom Vulkan de Fuego.

Cotinga cincta. Gray ♂ u. ♀. von Coban.

Mycetes palliatus. Gray.

Canis cinereo-argentatus. Schreb.

Pristis sp.

28 Arten Vögel.

Eine Anzahl Insekten, See- und Landconchylien sämmtlich aus Guatemala.

Von Hrn. F. Vest:

2 grosse Sägen v. Pristis antiquorum. Lath.

Basthut von einem Häuptling und zwei Dolche von der Küste von Guinea.

Von Hrn. Dr. Ludw. Imhoff:

Plecotus auritus.

Von Hrn. Dr. Christoph Burckhardt:

Lepus Cuniculus.

Sorex vulgaris.

Von Hrn. Merian-Sarasin:
Lepus timidus, Varietät mit weissen Narben.
Von Hrn. Rathsh. Dr. Fritz Müller:
Ei des Emu (Dromaeus novæ hollandiæ).
Von Hrn. Dr. von Frantzius:
Mycetes palliatus. Gray, erwachsenes und junges Männchen aus Costa-Rica.
Von Hrn. Prof. Ed. Hagenbach:
Plecotus auritus von Luzern.
Von Hrn. F. Becker, Lehrer an der Gewerbschule:
Vespertilio murinus.
Von Hrn. Apotheker Rauch:
Vesperugo Nathusii von Basel.
Von Hrn. Karl Stehlin Sohn:
Vespertilio mystacinus.
Plecotus auritus.
Rhinolophus hipposideros.
Vespertilio pipistrellus.
Mus Rattus. Sämmtlich aus der Gegend von Bipp.
Von Hrn. Georg Abt:
Cygnus atratus ♀ aus Neu-Holland.
Von l. Polizei-Direktion:
Ciconia alba ♀ beim Gewitter vom 19. Juni 1871 beim Lohnhof vom Blitz erschlagen.
Von Hrn. Stud. Med. L. Esselen:
Eine Parthie Vogeleier aus der Cap-Colonie.
Von Hrn. Dr. Arn. Rosenburger, aus dem Nachlasse von Hrn. Apotheker J. J. Mieg:
Harpale Jachus aus Brasilien.
Verschiedene Crustazeen, Insekten, Conchylien u. s. f.
Von Hrn. Dr. Med. Major:
Myodes hudsonius aus Labrador.
Von Hrn. Aug. de Bary:
Lacerta viridis ♂ u. ♀ vom Grenzacher Horn.

Von Hrn. F. Riggenbach-Stehlin:
Grosses Exemplar von Vipera Berus.
Von Hrn. Consul Rud. Gessler in Rio de Janeiro:
Brasilianischer Ameisen-Bär.
Von Hrn. Fr. Knuty:
Junges Wildschwein bei Klein-Lützel gefangen.
Von Hrn. Ad. Spitteler:
Crocodilus palustris. Less. nebst 2 Eier von Coohin, Malabar.
Von Hrn. Stadtrathspräsident Minder:
Lophophorus Impeyanus. Temm. sehr altes ♂ aus Nepaul.
Von Hrn. Dr. O. Fintsch in Bremen:
Prosthenomad Novæ-Hollandiæ. Gm.
Orthonyx ochrocephala Gm. aus Neu-Seeland.
Von Hrn. Präparator Gust. Schneider:
Papio Sphinx. Geoffr. aus West-Africa.
Sciurus Richardsoni. Bachm. von Labrador.
Megapodius Freycineti. Quoy et Gaim. ♂ v. Halmahera.
Dicæum Celebicum Müll. u. Schleg. ♂ u. ♀ v. Celebes.
Eudynamis von Ternate.
Corous enca. Horsf. von Celebes.
Eine Anzahl beschädigter Vogelbälge zum Ausbessern anderer.
3 Sertularien und Corallinen aus Grönland.
Von Hrn. Walther Schmid:
5 brasilianische Vögel.
Eine Parthie Bienen aus Texas.
Wespen aus Rio de Janeiro.
Eine grosse Zahl von Hymenopteren und andere Insekten.
Einige Meeres-Conchylien.
Von Hrn. Andr. Bischoff-Ehinger:
Eine Sammlung schweizerischer Hemipteren, 406 Arten in über 1000 Exemplaren.

Sammlung schweizerischer Orthopteren, 87 Arten in 227 Exemplaren.

Einige grosse indische Lepidopteren.

Saturnia Melitta und eine grosse Anzahl in- und ausländischer Coleopteren.

Von Hrn. Consul H. Erni:

Cicada septemdecim aus Nord-Amerika.

Von Hrn. Adolph Baumgartner in Lörrach:

Schmetterlinge und Puppe von Bombyx Yama May.

Von Hrn. F. Moore in London, durch Vermittlung von Hrn. Alb. Müller daselbst:

Sammlung ostindischer Lepidopteren, 99 Arten.

Von Hrn. Apotheker Franz Bernoulli:

Exotische Lepidopteren.

Von Hrn. Prof. L. Rütimeyer:

Käfer von Borneo.

Von Hrn. Ed. Socin-Frey:

Grosse Sammlung brasilianischer Insekten.

Von Hrn. Alb. Hoffmann-Burckhardt:

Auskleidung eines Topfes mit dem Gespinnste der Seidenraupe.

Von den Erben von Hrn. Prof. F. C. Schönbein:

Die Conchyliensammlung des verstorbenen Hrn. Canzleirath Benz in Stuttgart, etwa 3000 Arten enthaltend, nebst Kasten.

Von Hrn. Pfr. Bernh. Emil Riggenbach

Pectunculus pilosus. L. v. Blankenberghe, belgische Küste.

Von Hrn. Grafen L. F. de Pourtalès:

Waldheimia floridana. Pourt. u. Terebratula cubensis. Pourt. aus der Tiefe des Golfstromes an der Küste von Florida.

Von Hrn. Georges Claraz in Buenos-Ayres:

Conchylien und Sertularien von der Gegend der Mündung des Rio Negro in Patagonien.

Von Hrn. J. Sulger-Heusler:
Pinna rudis. L. aus dem Mittelmeer.

3. Für die Mineralien- und Petrefacten-Sammlung.

Von 38 Subscribenten:
Grosser Rauchtopas-Krystall, aus der Krystallhöhle des Triftengletschers.

Von Hrn. Adolf Wertenberg in Catania:
Grosse Sammlung von Schwefelkrystallen, Cölestin und andern Mineralien aus den Schwefelgruben von Sizilien.

Von Hrn. Eduard Wolleb:
Goldstufe, Silberstufen und krystallisirter Borax aus Kalifornien.

Von Hrn. Müller-Pack:
Grosses Stück Schwefelkies aus dem Wallis.

Von Hrn. Consul H. Erni:
Verschiedene Mineralien aus Nord-Amerika.

Von Hrn. Dr. Theod. Kündig:
Folge der bei Strassfurth vorkommenden Salze.

Von Hrn. Stud. Med. N. Hegnauer:
Sélénite en fer de lance aus der Gegend von Paris.

Von Hrn. Joh. Heinz aus Australien:
Australische Goldstufe.

Von Hrn. Ad. Krayer-Förster:
Ein Stück Nephrit.

Von Hrn. Bergingenieur Heinr. Iselin:
Verschiedene Mineralien von Freiberg und aus dem Nassauischen.

Von Hrn. Edm. von Fellenberg in Bern:
Sammlung schweizerischer Gebirgsarten.

Von Hrn. Dr. Herm. Christ:
Marmor mit Gletscherschliffen von Grindelwald.
Von Hrn. Dr. Gust. Bernoulli:
Gebirgsarten von Guatemala.
Von Hrn. Andr. Bischoff-Ehinger:
Gebirgsarten von Monte-Rotondo in Corsika.
Von Hrn. Rathsh. N. Halter:
Gebirgsarten aus Corsika.
Von Hrn. Rathsh. L. Fininger:
Gebirgsarten von den Berggipfeln des Berner Oberlandes.
Von den HH. Alb. Hoffmann-Burckhardt, Ed. Hoffmann, Hans Sulger, Fritz Bischoff, Gerber-Bärwart:
Gesteine von verschiedenen Alpengipfeln.
Von Hrn. Prof. L. Rütimeyer:
Sammlung von Gebirgsarten aus der Umgegend des Rigi und dem Eingang des Wallis.
Gletscherschliff vom Vierwaldstätter See.
Grosse Folge von Tertiär-Versteinerungen aus der Umgegend von Palermo.
Versteinerungen aus der Gegend von Marseille, u. s. f.
Versteinerungen aus der Molasse von Langenthal.
Eocäne Korallen von der Käsern-Alp, K. Schwyz.
Von Hrn. Eduard Burckhardt:
Clypeaster ægyptiacus, Wright, aus dem Miocängebirge von Aegypten.
Von Hrn. E. Thurneysen-Paravicini:
Blätterabdrücke im Kalktuff von Tivoli.
Von Hrn. Pfr. Cartier in Oberbuchsiten:
Pygurus tenuis. Des. aus dem obern Jura von Oberbuchsiten.
Von Hrn. Dr. J. B. Greppin:
Versteinerungen aus dem Schweizer Jura.

Von Hrn. Vict. Gilliéron :

Eine Folge von Versteinerungen der untern Abtheilung der Kreideformation am Bieler See und aus dem Neocomien von Landeron.

Säugethierknochen aus dem Eocän von Mormont, K. Waadt.

Silurische Versteinerungen von Gotland.

Von Hrn. Prof. Alb. Müller :

Verschiedene Versteinerungen.

Von Hrn. Prof. F. Sandberger in Würzburg :

Gebirgsarten und Versteinerungen aus der Triasbildung bei Würzburg.

Von Hrn. Fr. Becker, Lehrer an der Gewerbschule :

Nerineen in Corallenkalk von Himmelried, K. Solothurn.

Versteinerungen aus der Permischen Formation von Durhamshire.

Von Hrn. Dr. Christoph Burckhardt :

Vermetus gigas von Tenniken.

Eine Anzahl Versteinerungen von Fischen, Krebsen, Säugethierzähnen und Amphibienknochen und andere Versteinerungen.

Von Hrn. Prof. L. Rütimeyer und Prof. F. Burckhardt :

Knochen des Mammuth-Elephanten von Hertingen.

Von Hrn. Zum-Brunn-Hindermann :

Pflanzen-Versteinerungen aus dem Keupersandstein von Hemmiken, K. Basel.

Ammonit von Hallstadt.

Versteinerungen aus dem Lias der Ralligstöcke am Thuner See.

5 Fischabdrücke aus Glarner Schiefer.

Von Hrn. Andr. Gutzwiller :

Folge von Tertiär-Versteinerungen von Therwyler.

Von Hrn. L. Friedrich, Sohn :

Pygurus tenuis, Des. von Laufen.

Von Hrn. M. von Tribolet:
Sphenopteris Schimperi und Dadoxylon Vogesiacum von Burbach in den Vogesen.
Von Hrn. Architect W. Schmidlin:
Reptilienknochen aus dem bunten Sandstein von Riehen.
Von Hrn. Prof. Osc. Fraas in Stuttgart:
Rennthierknochen und Moose aus der Fundstätte von Schusseried, Württemberg.
Von Hrn. Göring in Düsseldorf:
Backzahn des Mammuth-Elephanten, im Rhein gefunden.
Von Hrn. Stadtrath Rud. Merian-Burckhardt.
Eine Anzahl Blätterabdrücke von Oeningen.
Von Hrn. Ad. Burckhardt-Bischoff:
Knochenbreccie von Antibes.
Von Hrn. F. Cornu:
Pemphix Suerii aus dem Muschelkalk von Inzlingen.
Von Hrn. Dr. Alb. Socin:
Versteinerungen und Gebirgsarten aus Aegypten und dem Orient.
Von Hrn. Franz Seul:
Schöner Abdruck von Pterophyllum Jægeri aus dem Keuper der Neuen Welt bei Basel.
Von Hrn. Bœlger-Hindermann:
Calamit in Eisenstein von Saarbrück.
Von Hrn. Prof. Peter Merian:
Einige Versteinerungen.
Von Hrn. Dr. Arn. Rosenburger:
Sammlung von Pflanzenabdrücken aus dem Steinkohlengebirge von St.-Etienne.
Von Hrn. Dr. Med. A. Major:
Hippopotamus-Zähne aus der Höhle Mardolce bei Palermo, Psammechinus Romanus und verschiedene tertiäre Conchylien von Palermo.

Von dem Museum d'histoire naturelle in Lyon :
Grosse Folge von Gyps-Abgüssen fossiler Wirbelthierknochen aus dem Rhone-Becken.
Fossile Fische von Cirin, Dep. de l'Ain u. A. m.

Von Hrn. Prof. Wilh. His :
Mineralien und Versteinerungen, hauptsächlich aus der Schweiz.

Von Hrn. Alb. Müller in London :
Devonische Korallen aus Devonshire.

Von Hrn. Heinr. Knecht :
Mineralien und Versteinerungen.

Von Hrn. Aug. Kreis :
Mineralien und Versteinerungen.

Von Hrn. Krayer-Ramsperger :
Fossille Koralle von Gempen.

Von Hrn. Architekt L. Friedrich:
Grosse Pleurotomaria aus dem Rogenstein von Muttenz.

Von Hrn. Prof. Arn. Escher von der Linth in Zürich :
Ammonites Wagneri, Opp. vom Oberblegi-See am Glärnisch.

Von Hrn. Pfarrer J. Em. LaRoche :
Verschiedene Versteinerungen aus dem Kant. Basel.

Von Hrn. Sylvère Stucker :
Pflanzen-Versteinerungen von Nieder-Burbach an den Vogesen.

Von Hrn. Dr. Dan. Fechter :
Grosse Pleurotomaria von Bubendorf.

4. Für die Bibliothek.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bern :
Mittheilungen. No. 603—791. 1867—72.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen :
Bericht 1864—71.

Von der schweizerischen geologischen Commission :
Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 3.—11. Lieferung, nebst Karten.
Von der schweizerischen entomologischen Gesellschaft :
Mittheilungen. II. III. 1867. 1872.
Von der naturforschenden Gesellschaft in Zürich :
Vierteljahrsschrift. 1864—71.
Von der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft :
Topographischer Atlas der Schweiz. Generalkarte. Bl. II.
Von der Société vaudoise des sciences naturelles :
Bulletin. No. 57—67. 1867—72.
Von der Société de physique et d'histoire naturelle de Genève :
Mémoires. XIX—XXI. 1867—72.
Von dem Institut national genevois :
Mémoires. IX. 1863. XI. XII. 1867—69.
Bulletin 1866—72.
Almanach de la Suisse Romande 1872.
Von der Société des sciences naturelles de Neuchâtel :
Bulletin. VII—IX. 1867—72.
Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens :
Jahresbericht. XII—XVI. 1867—72.
Sulzfluh. 1867.
Von der Basler Sektion des Schweizer Alpenclub:
Jahrbuch des schweiz. Alpenclub. IV—VII. 1868—72.
Von der aargauischen naturforschenden Gesellschaft :
Festschrift. 1869.
Von der Société jurassienne d'émulation :
Actes 21 u. 22. Sess. 1871. 1872.
Table des travaux de 1849—69.
Von dem eidg. Departement des Innern :
Schweizerische hydrometrische Beobachtungen für 1871.
Uebersichtskarte des schweiz. Pegel- und Witterungsstationen-Netzes. 1871.

Von der bernischen Direction der Domainen u. Forsten:
Phænologische Beobachtungen im Kanton Bern im Jahr 1870.
Von der Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften in Görlitz:
Neues Lausitzisches Magazin. XLIII—XLIX. 1867—72.
Von der naturforschenden Gesellschaft in Görlitz:
XIII. 1868. XIV. 1871.
Von der zoologischen Gesellschaft in Frankfurt a. M.:
Der zoologische Garten. VII—X. 1866—69.
Von der k. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig:
Abhandlungen der mathem.-phys. Classe. VIII—X 1. 2. 1866—71.
Berichte der mathem.-phys. Classe. 1865—71.
Von der Bergakademie zu Freiberg:
Die Fortschritte der berg- und hüttenmännischen Wissenschaften. 1867.
Von der naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg:
Abhandlungen. III. 2.—V. 1866—72.
Von der k. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen:
Nachrichten. 1866—71.
Von dem zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:
Correspondenzblatt XX—XXV. 1866—71.
Von dem naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg:
Abhandlungen. IV. 4.—V. 2. 1866—71, und Uebersicht von 1869—70.
Von dem naturwissenschaftlichen Verein in Halle:
Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. XXVII—XXXVIII. 1866—71.
Von der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin:
Monatsberichte aus dem Jahr 1866—71.
Verzeichniss der Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften v. 1710—1870.

Von der Gesellschaft Isis in Dresden:
Sitzungsberichte. 1866—72.
Von der naturforsch. Gesellschaft zu Freiburg im Br.:
Berichte. IV. V. 1867. 1868.
Festschrift. 1871.
Von der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde:
10r., 12r. u. 13r. Bericht 1863—69.
Von der physik.-medicin. Gesellschaft in Würzburg:
Würzburger naturwiss. Zeitschrift VI. 3. 4. 1866.
Verhandlungen. Neue Folge I—III. 1868—72.
Verzeichniss der Bibliothek. 1869.
Von dem naturwissenschaftlichen Verein in Bremen:
Abhandlungen I—III. 1867—72. Beilage 1. 1871.
Biograph. Notizen Bremischer Aerzte und Naturforscher 1844.
Buchenau, Die Hansestadt Bremen 1862.
Die botanischen Produkte der Londoner Industrieausstellung. 1863.
Flora Bremensis. 1855.
Focke, Die Krankheit der Kartoffeln. 1846.
Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:
Zeitschrift. XVIII—XXIII. 1866—71.
Von der naturforschenden Gesellschaft in Danzig:
Schriften. Neue Folge. I—III. 1. 1866—72.
Bail, Ueber die Hauptgebiete seiner entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten. 1867.
Von der Gesellschaft Pollichia:
XXII.—XXIX. Jahresbericht und Verzeichniss der Bibliothek 1866—71.
Von dem naturhistor. Verein der preussischen Rheinlande:
Verhandlungen. XXIII—XXIX. 1. 1866—71.
v. Dechen, Geolog. Uebersichtskarte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. 1866.

Von dem Verein für vaterländ. Naturkunde in Württemberg:
Jahreshefte. XXII—XXVII. 1866—71.
Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:
52r.—57r. Jahresbericht. 1867—72.
Kleine Schriften XIII—XVI. 1868—72.
Von dem physikalischen Verein zu Frankfurt a. M.:
Jahresbericht 1865—71.
Von der physikal.-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg:
Schriften. VI—XIII. 1. 1865—72.
Von der Schlesischen Gesellschaft für vaterländ. Kultur:
44r.—49r. Jahresbericht u. Abhandlungen. 1867—72.
Verzeichniss der Aufsätze in den Schriften. 1804—63.
Von der Philomathie in Neisse:
15r.—17r. Bericht. 1867—72.
Von der physikal.-medicin. Societät zu Erlangen:
Verhandlungen. I. II. 1867. 1870.
Vom Verein für Naturkunde zu Cassel:
15r.—18r. Bericht 1867—71.
Von der naturf. Gesellsch. des Osterlandes zu Altenburg:
Mittheilungen. XVIII. XIX. 1867—69.
Von dem Mannheimer Verein für Naturkunde:
33r. u. 34r. Jahresbericht. 1867. 1868.
Von dem naturhistor.-medicin. Verein in Heidelberg:
Verhandlungen. IV—VI. 1. 1868—72.
Von der naturhistor. Gesellschaft in Hannover:
15r.—21r. Jahresbericht. 1866—71.
Staatsbüdget für Kunst und Wissenschaft im Königr. Hannover. 1866.
Meyer, Veränderungen in der hannoverschen Flora. 1867.
Hinüber, Verzeichniss der im Sollinge wachsenden Gefässpflanzen und Nachtrag.
Von dem Offenbacher Verein für Naturkunde:
8r.—12r. Bericht. 1867—71.

Von dem Nassauischen Verein für Naturkunde:
Jahrbücher. XIX—XXVI. 1864—72.
Von dem naturhistor. Verein in Zweibrücken:
4r. Jahresbericht. 1868.
Reinsch, Die Meteorsteine. 1869.
— Die atomistische Theorie. 1871.
Von dem Annaberg-Buchholzer Verein für Naturkunde:
1r. u. 2r. Jahresbericht. 1868. 1870.
Von der Wetterauischen Gesellschaft für Naturkunde zu Hanau:
Bericht. Oct. 1863 bis Dec. 1867.
Von dem naturwissensch. Verein für das Fürstenth. Lüneburg:
Jahreshefte. III. IV. 1867. 1870.
Von dem naturwissensch. Verein in Carlsruhe:
Verhandlungen. III—V. 1869—71.
Von der naturforsch. Gesellschaft zu Bamberg:
8r. u. 9r. Bericht. 1868. 1870.
Von dem naturhist. Verein in Augsburg:
20r. u. 21r. Bericht. 1869. 1871.
Von der Senckenbergischen naturf. Gesellschaft in Frankfurt a. M.
Bericht. 1869—72.
Von dem naturhistor. Verein in Passau:
7r.—9r. Jahresbericht. 1869—71.
Von dem naturwissensch. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen:
Mittheilungen I—III. 1869—71.
Von der Gesellschaft zur Beförderung der Naturwissenschaften in Marburg:
Sitzungsberichte. 1866—69. 1871.
Schriften. Suppl.-Heft. II—V. 1868. 1869. IX. X. 1—4. 1872.

Von der Jablonowskischen Gesellschaft zu Leipzig:
Engelhardt, Flora der Braunkohlenformation von Sachsen. 1870.
Von dem Verein für Naturkunde zu Fulda:
I. Bericht. 1870.
Von der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Dresden:
Jahresbericht. Juni 1869 bis April 1872.
Von dem naturwissensch. Verein in Magdeburg:
Sitzungsberichte 1870. 1871.
Abhandlungen II. III. 1870. 1872.
Von der naturwissensch. Gesellschaft zu Chemnitz:
3r. Bericht. 1871.
Von der norddeutschen Seewarte in Hamburg:
Jahresbericht für 1871.
Von dem botanischen Verein in Landshut:
3r. Bericht 1871:
Von dem Verein für Erdkunde in Darmstadt:
Notizblatt. 3. Folge X. 1871.
Von der k. bayer'schen Akademie der Wissenschaften:
Abhandlungen der mathem.-physik. Classe X. 2. 1868.
Sitzungsberichte 1866—71.
Almanach für 1867.
Liebig, Die Entwicklung der Ideen in der Naturwissenschaft 1866.
Bauernfeind, Die Bedeutung moderner Gradmessungen. 1866.
Bischoff, Neue Beobachtungen zur Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. 1866.
Meissner, Ueber die geograph. Verhältnisse der Lorbeergewächse. 1866.
Bischoff, Schädelbildung des Gorilla, Chimpanse und Orang-Outang. 1867.
Seidel und Leonhard, Helligkeitsmessungen an Fixsternen. 1867.

Bischoff, Ueber Brauchbarkeit der Resultate des Rekrutirungsgeschäftes. 1867.

Aug. Vogel, Denkrede auf Heinr. Aug. v. Vogel. 1868.

— — Wasserverdunstung auf besätem und unbesätem Boden. 1867.

Steinheil, Das Chronoskop. 1867.

Bischoff, Die Gehirnwindungen des Menschen. 1868.

Voit, Ueber die Theorie der Ernährung thierischer Organismen. 1868.

Gümbel, Zur Kenntniss der Procän- oder Kreide-Formation. 1868.

Meissner, Denkschrift auf Martius. 1869.

Vogel, Ueber die Entwicklung der Agriculturchemie. 1869.

Zittel, Denkschrift auf Herm. von Meyer. 1870.

Von der Société industrielle in Mülhausen:

Bulletin. XXXVI—XLI. 1866—71.

Von der Société d'histoire naturelle de Colmar:

Bulletin. V—XI. 1867—71.

Von der Société des sciences naturelles de Strasbourg:

Mémoires. VI. 1. 2. 1866—70.

Bulletin. I. 1—11. II. 1—7.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Sitzungsberichte. Mathem.-naturwissensch. Classe. LIII—LXIV. 1866—71. Register zu B. 51—60.

Almanach. XVI—XXI. 1866—71.

Schmidt, Die Grotten von Adelsberg. 1854.

Von der naturforsch. Gesellschaft in Brünn:

Verhandlungen. IV—IX. 1866—71.

Vom Werner-Verein in Brünn:

15r. Jahresbericht. 1866.

Fötterle, Geolog. Karte v. Mähren u. Schlesien. 1866.

Von der geologischen Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. XVI—XXII. 1866—72, und Verhandlungen.

Hörnes, Fossile Mollusken des Tertiärbeckens von Wien. II. 7—10. 1868—70.
Mojsisovics, Cephalopodenfauna der œnischen Gruppe. 1870.
Abhandlungen. V. 1—3. 1871.

Von dem Verein für Naturkunde in Pressburg:
Verhandlungen. VIII. IX. 1865. 1866. Neue Folge. I. 1871.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:
Verhandlungen. XV—XXI. 1866—71.
Winnerz, Monographie der Sciarinen. 1867.
Neilreich, Diagnosen der in Ungarn und Slavonien beobachteten Gefässpflanzen. 1867.
Schumann, Diatomaceen der hohen Tatra. 1867.
Heller, Die Zoophyten und Echinodermen des Adriat. Meeres. 1868.
Neilreich, Vegetationsverhältnisse v. Croatien. 1868.
Hasskarl, Commelinaceæ Indicæ. 1870.
Kirchner, Catalogus Hymenopterorum Europæ. 1867.
Nowicki, Waizenverwüsterin. 1871.
Künstler, Schädliche Insekten. 1871.

Von dem naturwissensch. Verein Lotos in Prag:
Lotos. XV—XXI. 1865—71.

Von dem naturwissensch. Verein in Steiermark:
Mittheilungen. 1867—72.

Von dem österreichischen Alpen-Verein:
Jahrbuch. III—V. 1867—69.

Von dem Ferdinandeum in Innsbruck:
Zeitschrift. 3. Folge. XIII—XVI. 1867—71.

Von dem geognost. montanist. Verein für Steiermark:
Stur, Geolog. Uebersichtskarte v. Steiermark. 1865.
— Geologie von Steiermark. 1872.

Von der geographischen Gesellschaft in Wien:
Mittheilungen. XI—XIV. 1868—71.

Von dem naturhistor. Landesmuseum in Kärnten :
Jahrbuch. VIII—X. 1868—71.
Von dem Verein zur Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse in Wien :
Schriften. II—XII. 1863—72.
Von der Berg-Akademie in Schemnitz :
Gedenkbuch. 1871.
Von der Magyar Tudomanyos Akademia in Pest :
Evkönyvei. II—XIII. 1855—70.
Ertesitö. 1859. I—VI. 1859—66.
Mathematikai es termesrettudomanyi Közlemenyek. III—V. 1865—67.
Spiegler, Uj Modszer. 1858.
Petenyi, Hatrahagyott munkai. I. 1864.
Than, A. vegylemek Paranysulyarol. 1864.
Almanach. 1864—71.
Jegyzökönyvei. 1863—66.
Observationes meteorologicæ. I. 1841—49.
Ertekczesck a mathematikai ostaly Köreböl. 1867—71.
— a termesrettudomanyi ostaly Köreböl. 1867—71.
Ertesitöje. 1867—71.
Alapsazabalyai. 1869.
Von der Société des naturalistes de Moscou :
Bulletin. 1865—72.
Von der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg :
Mémoires. 7. série. X—XVIII. 1—7. 1867—72.
Bulletin. X—XVII. 1—3. 1866—72.
Von der Dorpater naturforsch. Gesellschaft :
Sitzungsberichte. III. 1. 1870.
Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- u. Kurlands.
I. Serie. IV. VI. 1. 1868.
II. Serie. VII. 1. 2. 1867—70.

Von dem Bureau der geologischen Untersuchung von Schweden:

Sveriges Geologiska Undersökning. 19—71. 1866—71. Mit Karten.

Erdmann, Exposé des formations quaternaires de la Suède. 1868.

Törnebohm, Geognostik Profil. 1872.

Von der Universität Christiania:

Sexe, Trace d'une époque glaciaire du fjord de Hardanger. 1866.

Siebke, Entomologiske Undersögelskev. 1866.

Sars, M., Oversigt af Norges Echinodermer. 1861.

Guldberg et Waage, Etudes sur les affinités chimiques. 1867.

Sars, G. O., Zoologiske Reise. 1866.

Sörensen, Botanisk Reise. 1867.

Sars, M., Mémoire sur les Crinoides vivants. 1868.

Sexe, Le glacier de Boium. 1869.

Sars, G. O., Variatoner hos Rörvalerne. 1868.

Broch, Traité des fonctions elliptiques. 1867.

Sars, G. O., Carcinologiska Bidrag. I. 1870.

— — Nye Dybrandscrustaceer. 1869.

Rasch, Norges Rovdyr-og Rovfuglestatistik. 1868.

Siebke, Entomologisk Reise. 1870.

Blytt, Christiania omegns Phanerogamer. 1870.

Von der Universität Lund:

Acta. 1865—70.

Universitets Bibliotheks Accessions-Katalog. 1867. 71.

Von der k. Schwedischen Akademie der Wissenschaften:

K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Ny Föld. V. 2. bis IX. 1. 1866—70.

Ofversigt. XXII—XXVII. 1866—71.

Meteorologiska Jakttagelser VI—XI. 1866—71.

Eugenias Resa. Heft 12. 1868.

Lefnadsteckningar. I. 1. 2. 1869. 1870.
Sundevall, Die Thierarten des Aristoteles. 1863.
— Conspectus Avium Picinarum. 1866.
Stal, Hemiptera Africana. I—IV. 1864—66.
Linnarson, Fossils in the Eophyton Sandstone. 1869.

Von der Académie royale de Belgique in Brüssel:
Bulletins. 2. Série. XX—XXVI. 1865—69.
Annuaire. 1866—70.

Von dem Observatorium in Brüssel:
Ad. Quetelet, Annales météorologiques. I. 1867.

Von der Niederländischen Regierung:
Snellen van Vollenhoven, Faune entomologique de l'Archipel Indo-Neerlandais. I—III. 1863—68.

Von der Holländ. Gesellschaft der Wissenschaften in Haarlem:
Archives neerlandaises. I—VII. 1—3. 1866—72.
Listes des publications des sociétés savantes dans la Bibliothèque de la Soc. 1869.
Verhandelingen. I—XXVIII, 1754—92, u. Index.
Natuurkundige Verhandelingen. I—XXIV. 1779—1844.
Wiisgeerige Verhandelingen. I. II. 1821. 1822.
Werktuig-en wiskundige Verhandelingen. 1802.
Koning, Sur l'origine de l'imprimerie. 1819.
Meister, Verschiedenheit der Philosophen im Ursatze der Sittenlehre. 1812.
Naamlyst van het Naturalienkabinet. 1803.
Van Marum, Brief an Hesselink. 1806.
Wetten. 1757.
Historische en Letterkundige Verhandelingen. I. 1851.
Natuurkundige Verhandelinge. 2. Versaml. I—XXV. 1841—68. 3. Versaml. I. 1870—72.

Von der Gesellschaft Natura Artis Magistra in Amsterdam:
Bydragen tot de Dierkunde. IX. 1869.

Von der naturkundigen Vereinigung in Batavia:
Tydschrift. XIV. XVIII. XX. XXI. XXIX—XXXI. 1857—70.
Von dem Institut royal de Luxembourg:
Société des sciences nat. IX—XII. 1867—72.
Reuter, Observations météorol. 1867.
Sivering, Sur les orages du Grand-Duché. 1870.
Von der Société malacologique de la Belgique:
Annales u. Bulletin. I—VII. 1863—72.
Von der Société d'émulation des Vosges:
Annales. XI. 2 bis XIII. 2. 1863—69.
Von der Société des sciences naturelles de Cherbourg:
Mémoires. XI—XVII. 1865—72.
Von der Société d'émulation du Doubs:
Mémoires. 3. Sér. VIII. IX. X. 4. Sér. I. II—IV. 1864—69.
Von der Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux:
Mémoires I—VIII. 1854—72.
Von der Académie des sciences etc. de Lyon:
Mémoires. Classe des sciences XII—XVII. 1862—70.
— Classe des lettres. XII. 1866—68.
Von der Société d'agriculture etc. de Lyon:
Annales. 3. Série. II. III. VIII—XI. 4. Série. I. II. 1858—69.
Von der Societa Italiana di scienze naturali:
Atti. VIII—XV. 1866—72.
Von dem R. Istituto Lombardo in Mailand:
Memorie. X—XII. 1866—72.
Rendiconti. Serie 1. I—IV. Ser. 2. I—III. Ser. 3. I—V. 1866—72.
Poli, sull' insegnamento dell' economia politica in Inghilterra. 1862.
Gabba, sopra alcuni studj di Chimica organica. 1870.

Von der Accademia Gioenia in Catania:
Atti. 2. Serie. XI—XX. 1855—66.
3. Ser. I—IV. 1867—71.
Sciuto-Patti, Relazione dei lavori dell' Accad. Gioenia. 1867.
Aradas, Elogio di Carlo Gemellaro. 1869.
Von der Accademia dei Georgofili in Florenz:
Atti. Nuova Serie. XIII. u. XIV. 1. 1867.
Von dem Istituto tecnico in Palermo:
Giornale di Scienze naturali. II. 2—4. III. IV. 1866—68.
Von der Accademia dei Fisiocritici in Siena:
Rivista scientifica. I—III. 1869—71.
Von dem R. Comitato geologico d'Italia:
Bolletino. I—III. 1870—72.
Von der Royal Institution in London:
Notices of the Proceedings. IV—VI. 1—4. 1866—71.
Von der Chemical Society in London:
Journal XIX. Oct.—XXV. Dec. 1866—72.
Von der Zoological Society in London:
Proceedings for 1866. 1866—72. 1.
Index. 1848—60.
List of Animals living in the Gardens. 1872.
Catalogue of the Library. 1872.
Von der Linnean Society in London:
Transactions. XXV. 1866. and Index zu Volum. I—XXV. XXVI—XXIX. 1. 1866—72.
Journal, Zoology. IX—XI.
Botany. IX. XIII. 1866—72.
Proceedings. 1867—72.
Von der Royal Society in London:
Proceedings. XV. XIX. 1867—71.
Catalogue of Scientific Papers. I—V. 1867—71.

Von der natural history Society in Dublin :
Proceedings. IV. 3. 1865.
Von der literary and philos. Society in Manchester :
Memoirs. 3. Ser. III. 1868.
Proceedings. V—VII. 1866—68.
Von der Royal Society in Edinburg :
Transactions. XXV. XXVI. 1—3. 1869.
Proceedings. 1867—71.
Von der Commission géologique du Canada :
Rapport jusqu'à 1863.
Logan, Exploration géol. du Canada. 1866.
Von der Smithsonian Institution in Washington :
Annual Report for 1865—70.
Miscellaneous Collections. VI—IX. 1867. 69.
Contributions to Knowledge. XV—XVII. 1867—71.
Von der Staats-Ackerbaubehörde in Ohio :
20r.—24r. Jahresbericht. 1866—70.
Von der Boston Society of natural history :
Condition and doings. 1866.
Proceedings. X—XIII. 1866—70.
Memoirs. I. II. 1. 1866—71.
Annual. I. 1868.
Report. 1867. 1868.
Entomological Correspondence of T. W. Harris. 1869.
Agassiz, Address delivered on the anniversary of Alex. v. Humboldt. 1869.
Von dem Lyceum of natural history of New-York :
Annals. VIII. 11—17. IX. 1—4. 1866—70.
Von den Herren Herausgebern :
American Journal of science and Arts. 2. Ser. XLII—L. 1866—70.
Dito. New Series. No. 1—17. 1871—72.
Von der Academy of natural Sciences in Philadelphia :
Proceedings. 1866—70.

Von dem Museum of comparative Zoology in Cambridge:
Annual Report. 1866—70.
Bulletin. I. II. 1868—71.
Von der American Academy of Arts and Sciences in Boston:
Proceedings I—VIII. 1848—69.
Von der American Association for the advancement of Sciences:
Proceedings. XV—XIX. 1867—70.
Von der Chicago Academy of Sciences:
Transactions. I. 1. 2. 1867—69.
Von der Academy of Sciences of St. Louis:
Transactions. II. 1868.
Von dem Essex Institute in Salem, Mass.
Proceedings. V. 5. 8. bis VI. 1868—71.
Bulletin. I—III. 1869—72.
To Day. 1870.
Von der U. St. Coast Survey:
Report. 1863—68.
Von dem U. St. Department of Agriculture:
Report for 1866—68. 1870.
Monthly Reports for 1866—69. 1871.
Report on the diseases of the Cattle. 1871.
Von der National Academy of Sciences in Washington:
Proceedings for 1866 u. 1867.
Von der Wisconsin State Agricultural Society:
Transactions. VII—IX. 1868—71.
Reid, Address. 1861.
Statistics of the State Wisconsin. 1869.
Von der Wisconsin Academy of Sciences:
Bulletin. 2—5. 1871.
Von der Portland Society of Nat. History:
Proceedings. I. 2. 1869.

Report of Fisheries of the State of Maine. 1869. 3. Report. 4. 1870.

Wells, The Water Power of Maine. 1869.

Von dem Tresury Department in Washington:

Monthly Report of the Revenue. March. 1869.

Von dem Surgeon General Office in Washington:

Circulars. 1865 No. 6. 1866 No. 5 u. 7. 1868 No. 1.

Report on the Barracks 1870.

Otis of the surgical cases treatet in the Army. 1871.

Von dem American Museum of Natural history in New-York:

1. Report. 1870.

Von dem Staate Massachusetts:

Gould, on the Invertebrata of Massachusetts. 1870.

Von der Connecticut Academy of Arts and Sciences:

Transactions. II. 1. 1870.

Von der American Ethnological Society:

Alphabet for the Mexican and Central American languages. 1869.

Von der Expositionsbehörde in Bogota:

Schriften auf die Exposition von 1871 bezüglich.

Von der h. Regierung:

Haberer, Die Renchbäder. 1866.

Auszug aus der Forststatistik des K. Bern. 1867.

Schweiz. meteorologische Beobachtungen. III. 1866 bis VI. 1869.

Schatzmann, Bericht über die Milchproduktenausstellung in Bern. 1868.

Memorial über Fischerei. 1868.

Schmidt, Feuerwaffen. 1867 u. Suppl. 1869.

Girard, Rendement des chemins de fer dans le Jura Bernois. 1870.

Verschiedene Schriften über die Gotthard-Eisenbahn. 1853—70.

Mém. sur le chemin de fer de la Broye. 1870.
Prospetti dei danni per le alluvioni nel C. Ticino. 1871.
Eingabe betreffend die Verbauung der Nola und des Glenners. 1870.

Von Hrn. Prof. L. Rütimeyer:
Lang und Rütimeyer, Die fossilen Schildkröten von Solothurn. 1866.
Rütimeyer, Ueber d. Aufgabe d. Naturgeschichte. 1867.
— Natürl. Geschichte des Rindes. II. 1867.
— Ueber die Herkunft unserer Thierwelt. 1867.
The Anthropological Review. I. II. 1863. 1864.
Gosse, Déformations artificielles du Crâne. 1855.
Pankouke, L'île de Staffa. 1831.
Rütimeyer, Die Grenzen der Thierwelt. 1868.
Hennepin, Neue Entdeckung vieler Landschaften in Amerika. 1699.
Rütimeyer, Les ossements de la caverne de Veyrier. 1868.
— Nekrolog über Dr. L. Imhoff. 1868.
— Ueber Thal- und Seebildung. 1869.
Binney and Bland, Land and Freshwater Shells of N. America. I. 1869.
Rütimeyer, Bericht über die Brunnenmessungen in Basel. 1870.
Rütimeyer, Der St. Gotthard. 1871.
Geolog. Karte v. Preussen. 1. Lieferung. 1870.
Atti della 7. Adunanza degli Scienziati Italiani. II. 1846.
Archives du Musée d'histoire naturelle de Lyon. I. 1. 1871.

Von Hrn. Dr. A. Hirsch in Neuchâtel:
Procès-verbaux des séances de la commission et de la conférence géodésique internationale. 1867. 1871.
Comptes rendus de la conférence géodésique internationale. 1868. 1871.

Procès-verbal de la 7. séance de la commission géodésique suisse. 1868. 11. séance. 1872.

Von Hrn. Andr. Bischoff-Ehinger:

Horæ Societatis entomologicæ Rossicæ. I—VIII. 1861—67. 1870. 1871.

Ratzeburg, Die Ichneumonen der Forstinsecten. III. 1852.

Kugelan, Verzeichniss der Käfer Preussens. 1798.

Christ, Naturgeschichte der Insekten des Bienengeschlechts. 1791.

Murray, Monograph of the genus Catops. 1856.

Unterhaltungen aus der Naturgeschichte. I—XXVI. 1794—1824.

Entomologische Zeitung. I—VI. 1840—45.

Von Hrn. Scheurer-Kestner:

Rapport sur la préparation de la baryte caustique. 1866.

Faudel et Scheurer-Kestner, Ossements foss. humains à Eguisheim. 1867.

Recherches sur la théorie de la préparation de la soude. 1867.

Sur la régénération du soufre dans les mares de soude. 1868.

Recherches sur la combustion de la houille I. II. 1868. III. 1869.

Scheurer-Kestner et Meunier, Rapport sur une note de Thomas concernant l'aréométrie. 1868.

De l'action de l'acide hydrochlorique sur l'osseine. 1870.

Sur la composition de la soude brute. 1870.

Scheurer-Kestner et Meunier, Chaleur de combustion des lignites. 1872.

Déperdition dans la préparation de la soude. 1872.

Von Hrn. Prof. Ed. Hagenbach:

Schlömilch u. Cantor, Zeitschrift für Mathematik und Physik. I—XI. 1856—66.

Holtzmann, Mechanische Wärmetheorie. 1866.

Ohm, Elemente der analyt. Geometrie im Raume. 1849.

Wild, Ueber Föhn und Eiszeit. 1868.
— Der schweizer Föhn. 1868.
Legler, Ueber Linthkorrektion. 1868.
Ergänzung des Bulletin international de l'observatoire de Paris.
E. Hagenbach, Apparat für Demonstration der Keppler'schen Gesetze. 1869.
E. Hagenbach, Apparat für Demonstration der Wurfbewegung. 1869.
Reichenbach, Ueber Sensivität u. A. 1866.
E. Hagenbach, Luft im Wasser der Grellinger Leitung. Blitzschläge. 1869.
Volta, Identità del fluido elettrico col galvanico. 1814.
Atlas météorol. de l'observatoire impérial. Année 1867.
Wild, Annales de l'observatoire physique central de Russie. Années 1865. 1866.
E. Hagenbach, Optische Eigenschaften des Blattgrüns. 1870.
E. Hagenbach, Polarisation de la lumière réfléchie par l'eau ou par l'air. 1870.
Gmelin, Handbuch der Chemie. I—XII. 1848—70.
E. Hagenbach, Die Zielpunkte der physikalischen Wissenschaft. 1871.
Valson, Vie du baron Cauchy. I. II. 1868.
Van Marum, Description d'une très grande machine électrique et continuation. I. II. 1785—95.
Annuaire du bureau des longitudes pour l'an 1856—68.
Peters, Zeitschrift der Astronomie I—III. 1860—69.
Herschel, Traité de la lumière. I. 1829.
Mohr, Theorie der Bewegung und der Kraft. 1839.
Smart, Cattle Plague. 1866.
E. Hagenbach, Versuche über Reibungselectricität. 1872.
Wild, Annalen des physical. Centralobservatoriums. Jahrg. 1870.

Von Hrn. Prof. C. F. Schönbein:

Transactions of the Royal Society of Edinburgh. XXIV. 23. 1866. 1867.

Proceedings. No. 65—73. 1867.

Mém. de l'académie de Metz. 2. Sér. 14. année. 1866.

Döbereiner, Erfahrungen im Gebiete der Chemie. 1835.

Löwig, Das Brom. 1829.

Mayer, Mechanik der Wärme. 1867.

Verschiedene Schriften von Scoutetten.

Radakowitsch, Zur Währmelehre. 1867.

Hefte der Proceedings of the Royal Society und der Chemical Society, und eine Anzahl kleiner vorzügl. chemischer Schriften.

Von den Erben von Hrn. Prof. C. F. Schönbein:

Hefte der Chemical Society, und eine grosse Zahl chemischer und physikalischer Schriften. 1867.

Von Hrn. Alb. Müller in London:

Wallace, Address at the Entomological Society. 1871—72.

Walker, Undescribed Lepidoptera heterocerba. 1869.

— Hymenoptera collected by Lord. 1871.

— Notes on Chalcidae. II. 1871.

Lebour, On the submergence of Is. 1871.

The Entomologist's Annual. 1872.

Und eine grosse Zahl entomologischer Aufsätze von A. Müller im Entomol. Monthly. Magaz. Zoologist, Gardners Chronicle Transact. Entomol. Society, Journ. Linn. Society.

Von Hrn. Prof. Alb. Müller:

A. Müller, Ueber die Grundwasser der Stadt Basel. 1867.

Delbos et Kœchlin, Description géologique du Haut-Rhin. I. II. mit Atlas. 1866.

Bericht des Commissionnär des General-Landamts der V. St. für 1866.

Welton, Map of the Mining district of the Red River. 1867.
Hébert, Sur le terrain jurassique du Boulonnais. 1861.
— Sur les calcaires à Terebratula diphya. I. II. 1866—67.
Des Cloiseaux, Forme de l'Harmotome et de la Wöhlerite. 1861.
Des Cloiseaux, Pouvoir rotatoire dans les cristaux de Benzile. 1869.
A. Müller, Ueber die Umgebungen des Crispalt. 1869.
Des Cloiseaux, Sur le Paratartrate de Potasse. 1869.
Lamy et Des Cloiseaux, Sur le Thallium. 1869.
Plateau, Réflexions sur le vol des Coléoptères. 1869.
Scharf, Bauweise des Feldspaths. 1866.
Des Cloiseaux, Forme du Wolfram. 1869.
Verschiedene Aufsätze von Mohr. 1866.
Des Cloiseaux, Propriétés optiques du Benzile. 1870.
A. Müller, Die ältesten Spuren des Menschen in Europa. 1871.
Verwaltungsbericht des Museums in Bern für 1863—70.
A. Müller, Die Cornbrash-Schichten im Basler Jura. Gesteine des Göschenen-Thals. 1871.

Von Hrn. Prof. Friedr. Burckhardt:
Grüninger, Liebig wider Bacon. 1866.
Jenni, Das Fernrohr. 1867.
R. Burckhardt, Die Nilquellen. 1867.
Kägi, Ueber geometrischen Unterricht. 1867.
Huber, Kurze Sonnen- und Mondtafeln. 1862.
Ganot, Handboek der Naturkunde. 1865.
Van Doesburgh, De Colorum mixtione. 1855.
F. Burckhardt, Leonh. Eulers Lehre vom Licht. 1869.

Von Hrn. Prof. Peter Merian:
Eine Anzahl naturwissenschaftlicher, hauptsächlich mineralogischer Schriften.

Von Hrn. Wilh. His:

Troyon, L'homme fossile. 1867.

His, Ueber die erste Anlage des Wirbelthierleibes. 1868.

— Die Häute und Höhlen des Körpers. 1865.

— Ueber die Bedeutung der Entwicklungsgeschichte. 1870.

Bulletins de la société d'Anthropologie de Paris. I—VIII. 1860.

Mémoires de la société d'Anthropologie. I. 1860—63.

Panizza, Sistema lintifatico dei Rettili. 1833.

Davis, Thesaurus Craniorum. 1867.

His, Die Theorie der geschlechtlichen Zeugung. 1871.

Académie des jeux. 1834.

Bezout, Cours de mathemathiques. I—IV. 1788.

Bernardin de St. Pierre, Etudes de la nature. I—V. 1804.

Spectacle de la nature. I—VIII. 1743—53.

Runge, Chemie. I. II. 1841.

Pelouze et Fremy, Chimie générale. I—III. 1842—53.

Schumacher, Diffusion. 1861.

Von Hrn. Gust. Schneider:

Frantzius, Die Säugethiere Costarica's. 1870.

G. Schneider, Dysopes Cestonii in Basel. 1870.

Degreaux, La puissance de l'aile. 1871.

Von dem Principe B. Boncompagni in Rom:

Introduction au calcul Gobari et Hawai. 1866.

Steinschneider, Aven Natan. 1868.

Bertelli, Sopra Pietro Peregrino. I. 1868.

Sedillot, Sur la détermination de la variation lunaire par Aboul-Wefa et Tycho Brahe. 1868.

Secchi, Sulle spettri prismatici delle stelle fisse. 1868.

Piani, Intorno al Centro di gravità. 1868.

Milanesi, Intorno a Lionardo Fibonaci. 1867.

Vorsterman van Oijen, Sur Ludolphe van Colen. 1868.

Serra Carpi, Fisica del Globo di G. Boccardo. 1868.
Piuma, Funzioni di Variabili di F. Casorati. I. 1868.
Boncompagni, Intorno ad un opera di Valson, vie du baron Cauchy. 1869.
Boncompagni, Intorno all' opera d'Albiruni sull' India. 1869.
Le Roy, Sur la vie de J. B. Brasseur. 1869.
Wolf, Matériaux pour l'hist. des mathématiques. 1869.
Cologera, Mem. concernenti G. C. Toschi. 1870.
Govi, Tre lettere di Galileo Galilei. 1870.
— Recherches sur l'invention du Niveau à bulle d'air. 1870.
Jacoli, Nota relativa a B. Cavalieri. 1869.
Palermo, Vita di G. B. Amici. 1870.
Schering, Sur B. Riemann. 1870.
Tortoloni, Curve pedali. 1871.
Azzarelli, Risoluzione delle equazioni di terzo e quarto grado. 1871.
Secchi, Protuberanze solari. 1871.
— Ricerche solari. 1871.
Vorsterman van Ojen, Arpenteurs hollandais. 1870.
Martin, Instruments d'optique faussement attribués aux anciens. 1871.
Bulletino di Bibliografia matem. II. III. IV. V. 1869—72.
Martin, Hypothèse astronomique de Pythagore. 1872.
Boncompagni, Lavori di F. Chio. 1872.

Von Hrn. Prof. F. Goppelsröder:
F. Goppelsröder, Ueber Petroleum. 1869.
— Methode zur Bestimmung der Salpetersäure. 1869.
Müller, Beschreibung der Thermen von Baden. 1870.
— Bestimmungen des Salpetersäuregehaltes. 1871.
F. Goppelsröder, Chemie der Kuhmilch. 1872.

F. Goppelsröder, Zur Infection des Bodens. 1872.
Milchzeitung. No. 1—16. 1871. 1872.
Aeby, Ueber die städtischen Grundwasser. 1872.

Von Hrn. Prof. F. D. Gerlach:
Chasles, Explication des traités de l'Abacus. 1843.
— Recherche des traces du système de l'Abacus. 1843.
Chasles, Développements sur divers points du système de l'Abacus. 1843.

Von Hrn. Dr. Christoph Burckhardt:
De Saussure, Sur quelques oiseaux du Mexique. 1859.
Lunel, Histoire nat. des poissons du Léman. I—III. 1869—72.
Rey, Europ. Brutvögel. 1872.

Von Hrn. Prof. Alph. Favre in Genf:
Sur le terrain triasique de la Savoie. 1867.
Rapport sur les travaux de la société de physique. 1867.
Thioly, Une nouvelle station de l'âge du Renne. 1868.
A. Favre, Station de l'homme de l'âge de la pierre à Voirier. 1868.
A. Favre, 4. Rapport sur les blocs erratiques. 1871.

Von Hrn. Ern. Favre in Genf:
Revue des travaux relatifs à la géologie de la Suisse pendant 1869—71.
Sur la Galicie orientale. 1870.

Von Hrn. Heinr. Merian-VonderMühll:
Esquisse géologique du Canada. 1867.

Von Jgfr. Marie Legrand:
Conr. Gesner, Thierbuch. 1606.
— — Vogelbuch. 1600.
— — Fischbuch. 1598.
— — Schlangenbuch. 1589.

Von Hrn. Dr. Ludw. DeWette:
Whitney, Das Coloradogebiet. 1867.

Von den Herren Geschäftsführern:
Tageblatt der 41. Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte. 1867.
Von Hrn. Dr. J. J. Bachofen:
Sacro-Bosco, De arte numerandi ed. Haliwell. 1836.
Haliwell. Numerical contractions. On an early Calendar. 1839.
Von Hrn. Dr. K. Stehlin:
Seckendorf, Beiträge zur Waldwerthrechnung. 1868.
Von den Direktoren des Teyler'schen Museums in Haarlem:
Winkler, Catalogue de la collection paléontologique du Musée Teyler. V. VI. 1866. 1867.
Von l. Museums-Verein und Prof. P. Merian:
Mémoires de l'Académie roy. des sciences de Turin. I—VI. (VI—XI) 1786—1801.
Mémoires de l'Académie roy. de Turin. Sciences. I—V. Lit. et beaux-arts. I—V. (XII—XXI). 1802—13.
Memorie della R. Accademia di Torino. XXII—XL. 1816—38.
Nuova Serie. I—XXI. 1839—64.
Von Hrn. Prof. B. Studer in Bern:
B. Studer, A. Favre, Recherches géologiques dans la Savoie. 1868.
— Orographie der Schweizeralpen. 1869.
— Verdienst von James Forbes um die Physik der Gletscher. 1869.
— Erläuterungen zur 2. Ausg. der geolog. Karte der Schweiz. 1869.
Von Hrn. Rathsh. Wilh. Vischer:
Ebert, Zur Systematisirung des Thierreichs. 1868.
Von Hrn. Ed. Bienz, Lehrer:
Salmon, Analyt. Geometrie des Raumes. I. II. 1863. 1865.

Legat von Hrn. Oberst Charras:

Laurent, Sur le Saharah oriental au point de vue de l'établissement de puits artésiens. 1857. 1859.

Puissant, Nouvelle description géométrique de la France. I. II. 1832—40.

Von Hrn. L. Oswald:

Oscar, Déductions rationelles. 1867.

Von Hrn. Alt-Grossrath F. Bürki in Bern:

Photographie der erratischen Blöcke beim Steinhof und im Habkeren-Thal, der Rauchquarzkrystalle des Triftengletschers und des Cervus euryceros.

Von Hrn. Dr. J. B. Greppin:

Appel au Jura sur la nécessité de l'établissement des chemins de fer jurassiens. 1868.

Von Hrn. Andr. Bischoff-Ehinger und Prof. P. Merian:

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. I—XXIX. 1829—56.

Sturm, Deutschlands Insekten. XVIII—XXIII. 1846 bis 1857.

Von Hrn. E. Thurneysen-Paravicini:

Die Mineralquellen von Passey bei Chur. 1865.

Planta-Reichenau, Die Heilquelle von Passey. 1867.

Von Hrn. N. de Khanikof:

Khanikof et Louguinine, Expériences pour vérifier la loi de Henry et Dalton. 1867.

Tchebycheff, Des valeurs moyennes. 1867.

— Des maxima et minima . . . 1867.

Von Frau Prof. Streckeisen-Ehinger:

Müller, Handbuch der Physiologie. I. II. 1837—40.

Ludwig, Lehrbuch der Physiologie. I. II. 1858—61.

Bernard, Physiologie expérimentale. 1855.

Von Hrn. Dr. J. J. Bernoulli-Werthemann:

Magazin für Pharmacie von Hänle und Geiger. I. bis XXXVI. 1823—31.

Annalen der Pharmacie, von Geiger, Liebig, Wöhler etc. I—XL. 1832—41.

Von dem Ministère de l'instruction publique de France:
Oeuvres de Lavoisier. IV. 1868.

Von Hrn. Prof. W. Vischer-Heusler:
Müller, Die Kurorte Gersau und Rigi-Scheideck. 1868.
Die Mineralquelle von Seewen. 1867.

Von Hrn. Dr. Med. Aug. Burckhardt:
Eine Anzahl physiologischer und balneologischer Schriften.
Froriep, Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde. XXIII. XXIV. 1842. u. a. m.

Von Hrn. Dr. Theod. Kündig:
Collini, Montagnes volcaniques. 1781.

Von Hrn. Ingenieur G. Koller-Burckhardt:
Sammlung von Schriften und Brochuren über die Gotthardbahn.

Von den Erben von Hrn. Rathsherrn Andr. Heusler:
Thilenius, Sodens Heilquellen. 1856.

Von Hrn. Prof. Teichmüller:
Simler, Mineralquelle zu Seewen. 1867.

Von Hrn. Consul H. Erni:
12th. u. 20th. Report of the State Cabinet of Natural history. Albany. 1859. 1868.
H. Erni, Mineralogy simplified. 1867.
— — Qualitative Analysis of Urine. 1860.
— — Quantitative Analysis of Urine. 1860.
— — Constitution of organic compounds. 1853.
— — Coal Oil and Petroleum. 1865.
— — Public Instruction in Zuric. 1868.
Gesner, Treatise on Coal, Petroleum. 1865.
Gengembre, The successful Well.
Brown, Reports upon the mineral ressources of the U. St. 1867. 1868.

Report of the Commissioner of Agriculture for 1864. 1865.
Observations of Beet-Root Sugar. 1863.
Sorgo Journal 1864—69.
Classification in the U. S. Patent office. 1868. U. a. m.
Bericht des Commissionar des General-Landamtes der V. St. füı 1867.
Circular of the general Land Office 1869.
Sands reports of the total eclipse of the sun 1869.
Woodward, On the Magnesium and electric Lights. 1870.
— On the Oxy-Calcium light. Minute Blood-vessels. 1870.

Von Hrn. Dr. K. Buxtorf:
Blonitzki, Bericht über den Föhn. 1869.

Von Hrn. Steiger-Hirzel:
Böckler, Theatrum Machinarum novum. 1661.

Von Hrn. Appellationsrath J. R. Burckhardt:
Annuaire du bureau des longitudes pour l'an 1841. 1843. 1844.
Eine Anzahl landwirthschaftlicher Schriften.
Buchoz, Traité de la Pêche. 1786.
16 Bände naturwissenschaftlicher Schriften.

Von Hrn. Stadtrath Wimmer:
Edwards, Hist. natur. des oiseaux. I—IV. 1745—51.
„ Gleanings. I—III. 1758—64.

Von Hrn. Prof. C. Rud. Hagenbach:
Buffon, Hist. nat. des oiseaux. I—X. 1770—78 und planches enluminées. 1008 Tafeln.

Von Hrn. Friedr. Iselin-Kern:
Journal of the Chemical Society. V. 4. XV. 1. 2 zur Vervollständigung.

Von den Erben des Hrn. Prof. J. J. Mieg:
Eine grosse Zahl naturhistorischer, namentlich entomologischer und balneologischer Schriften aus der Hinterlassenschaft von Prof. J. J. Mieg sel.

Von Hrn. Walter Schmid:

Ferrari, Borkenkäfer. 1867.

Phænologische Beobachtungen im Kanton Bern im Jahre 1870.

W. Schmid, Die schweiz. Arten von Anthidium. 1872.

Von löbl. Lesegesellschaft:

L'Institut, Sciences mathem. et phys. XXIX—XXXVI. 1864—66.

Von Hrn. Stadtrath Fr. Hagenbach:

25 Bände chemischer und naturhistorischer Schriften.

Von löbl. Erziehungscollegium:

Scholl, Grundriss der Naturlehre. 1871.

Von der historischen und der antiquarischen Gesellschaft in Basel:

Drawings of the report of the board of Railroad Commissioners. Albany. 1857.

Peters, Report of the longitude and latitude of Ogdensburgh. 1865.

Hitchcok, Report upon the Geology of New-Hampshire. 1869.

Shoolcraft, Indian Tribes. II. III. 1852. 1853.

Von Hrn. V. Gilliéron:

V. Gilliéron, Sur les terrains crétacés des deux côtés du Léman. 1870.

Pictet, Mollusques fossiles des Grès verts des environs de Genève. 1847.

Von dem Comité in Frankfurt a. M.:

Beleuchtung des Gutachtens von Prof. Pettenkofer über das Canalisationsprojekt von Frankfurt a. M. 1871.

Von Hrn. Aug. Dollfus in Mülhausen:

Dollfus-Ausset, Matériaux pour l'étude des Glaciers. I u. IV. 1864. 1865.

Von Hrn. Dr. Karl Meyer:

Méthode de fortifier les Places. 1710.

Hellmuth, Volksnaturlehre. 1846.

Von Hrn. Dr. Theod. Lotz:

Réaumur, Art de faire éclore les oiseaux domestiques. I—III. 1751.

Camper, Kleinere Schriften. I—III. 1784—90.

Van der Hoeven, Zoologie. I. II. 1850—56.

Von dem humanistischen Gymnasium:

De la Chenaye, Dictionnaire des animaux. I—IV. 1759.

Geoffroy, Hist. des Insectes. I. II. 1764.

Duhamel, Traité des Arbres. I. II. 1755.

Dondorff, Natur und Kunst. I—IV. 1790—96.

Von Hrn. Prof. C. F. Meissner:

Meissner, Denkschrift auf Martius. 1869.

Fr. Meissner u. C. F. Meissner, Sammlung v. Zeichnungen naturhistorischer Gegenstände.

Von Hrn. H. Maunsell-Schiefferlin:

Appendix to B. Anderson's Journey to Musadu. 1870.

Von Hrn. Dr. Kriechbaumer:

Palm, Dipterenfauna Tirols. 1869.

Von Hrn. Prof. Aug. Socin:

Aeby, Der Bau des menschlichen Körpers. 1871.

Von Hrn. Carl Vischer-Merian:

Die von Prof. J. Rud. Merian sel. hinterlassene mathematische und astronomische Bibliothek.

Von Hrn. Dr. Arn. Rosenburger Namens der Erben von Hrn. Apotheker J. J. Mieg sel.:

Die von demselben hinterlassenen naturwissenschaftlichen Bücher.

Von Fräulein Charlotte Kestner:

Gallegaris, Lo Strucciero. 1646.

Von Hrn. Dr. Phil. F. Hagenbach:

Tabernæmontanus Kräuterbuch. 1664.

Nollet, Vorlesungen über Experimentalnaturlehre. I bis VI. 1749—66.

Goldfuss, Zoologie. I. II. 1820.
Funke, Physik. 2r. Bd. 1806.
Oekonomische Hauspostille. I. II. 1792.
4 Werke über Schachspielkunst. 1749—1842.

Von Hrn. Rud. Ryhiner:
Brande, Chimie. I. II. 1820.
Francœur, Uranographie. 1818.
Garsault, Le parfait maréchal. 1797.

Von Hrn. Hans Sulger, Sohn:
Fritz, Sonnenflecken etc. 1866.

Von Hrn. M. Bölger-Hindermann:
Morin, Etudes sur la ventilation. I. II. 1863.
— Manuel du chauffage. 1868.
Tomlinson, On Warming. 1850.

Von Hrn. G. Zingg-Stocker:
Feierabend, Gottlieben. 1872.

Von Hrn. L. Coulon in Neuchâtel:
Risso, Ichtyologie de Nice. 1810.
Osterwald, Voyage pittoresque en Sicile. I. II. 1822 bis 1826
und eine Anzahl botanischer Schriften.

Von Hrn. Rector J. Rud. Burckhardt:
Derham, Théologie physique. 1740.
Nollet, Essai sur l'électricité. 1750.

Von dem Museums-Verein, Prof. P. Merian und Prof. Ed. Hagenbach:
Transactions of the Royal Society of Edinburgh. I—XXIII. 1788—1864.

Von Hrn. Rathsherrn Dr. F. Müller:
Nitsch, Bewegung des Oberkiefers der eidechsenartigen Amphibien. 1822.
Fermin, Pipa. 1776.
Steinheim, Entwicklung der Frösche. 1820.
Meyer, Systema Amphibiorum lymphaticum. 1845.

Schneider, Geckonen. 1813.
Gravenhorst, Eidechsengattungen. 1837.
Meyer-Ahrens u. Brügger, Die Thermen v. Bormio. 1869.
Von den Testamentsexekutoren von Hrn. Henry Christy:
Lartet and Christy, Reliquiae aquitanicae. I—X. 1865—70.
Von Hrn. Dr. Rem. Meyer:
Phips, Reise nach dem Nordpol. 1777.
Engel, Ueber die Lage der nördlichen Gegenden. 1777.
Von Hrn. Elisée Recluz:
Lombardini, Hydrologie du Nil. 1865.
E. Recluz, Etude sur les fleuves. 1859.
— — Etude sur les Dunes. 1865.
Von Frau Prof. Stähelin-Bührlen:
Mathematische und physikalische Bücher aus der hinterlassenen Bibliothek von Hrn. Prof. Christoph Stähelin.
Von Hrn. Prof. E. E. Hoffmann:
Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. 1872.
Von Hrn. Alb. Meyer, Chief Signal Officer U. S.:
Tridaily Wheater Maps Oct. 26. 1872.
Von den Herren Verfassern:
W. F. R. Suringar, De Sarcine 1865.
— — La Sarcine de l'estomac. 1866.
— — Ein Wort über den Zellenbau von Sarcine. 1866.
R. Temple, Untersuchungen über die ältesten Bewohner auf der nördlichen Karpathen-Terrasse. 1866.
— — Gestaltung des Bodens v. Krakau. 1867.
P. Reinsch, De speciebus novis ex Algarum et Fungorum classe. 1867.
— — Präparate von Meteorstein. 1872.

E. Quetelet, Etat de l'Atmosphère à Bruxelles pendant 1865. 1866.

— — Sur la température de l'air à Bruxelles. 1867.

J. Fr. Brandt, Zoogeographische Beiträge. 1867.

— — Ergänzung über die Naturgeschichte des Mammuth. 1866.

— — Ueber den vermeintlichen Unterschied des caucasischen Bison vom litthauischen. 1866.

G. Bischof, Die Gestalt der Erde und der Meeresfläche. 1867.

A. Hirsch et E. Plantamour, Nivellement de précision de la Suisse. I. 1867. II. 1868. III. 1870.

— — — — Détermination du coefficient de dilatation d'un barreau d'argent. 1870.

— — — — et Wolf, Différence de longitude du Rigi-Culm, Zuric et Neuchâtel. 1871.

— — — — Différence de longitude entre des stations suisses 1872.

E. Plantamour, Expériences avec le pendule à réversion. 1872.

F. J. Pictet, Nouveaux documents sur les limites de la période jurassique. 1867.

— — Notice sur les calcaires de la Porte-de-France. 1867.

— — Sur les limites de la période jurassique et de la période crétacée. 1869.

A. de la Rive, Michel Farady. 1867.
— — Notice sur E. Verdet. 1870.
S. Brancaleone, Sull' elogio di Carlo Gemellaro. 1867.
K. VonderMühll, Ueber ein Problem der Karten-Projection. 1868.
— — Ueber die Abbildung von Ebenen auf Ebenen. 1868.
— — Ueber den stationären Temperaturzustand. 1870.
A. Schrauf, Ueber Einwendungen gegen die Theorie des Refractionselements. 1868.
B. Quaritch, A general Catalogue of Books. 1868.
R. Owen, Derivative hypothesis of Life and Species. 1868.
A. W. Eichler, Lathrophytum. 1868.
G. Cotteau, 31 verschiedene Abhandlungen.
Aug. Relshuber, Resultate der meteorologischen Beobachtungen zu Kremsmünster im Jahr 1867, 1868 und 1869.
H. Scoutetten, Notice sur le prof. Schœnbein. 1869.
R. Wolf, Taschenb. für Mathematik u. Physik. 1869.
C. E. E. Hoffmann, Veränderung der Organe beim Abdominaltyphus. 1869.
— — Quains Lehrbuch der Anatomie. I. II. 1871.
— — Die Körperhöhlen des Menschen. 1873.
P. de Loriol, Monographie de l'étage valengien d'Arzier. 1868.
J. M. Ziegler, Ueber das Verhältniss der Topographie zur Geologie. 1869.
— — Karte des Unterengadins. 1869.
J. A. J. Colbeau, Matériaux pour la faune malacologique de Belgique. I. 1859.

J. A. J. Colbeau, Espèce fossile de la famille des vermets. 1865.
— — Coquilles du dépôt de Marche-les-Dames. 1867.
— — Catalogue de l'exposition des animaux invertébrés. 1866.
W. Wackernagel, Voces variæ animantium. 1869.
H. Bach, Die Eiszeit. 1869.
Ad. Quetelet, Annales météorologiques de l'observatoire de Belgique. 1868.
J. W. Hess, Beschreibung der Insel Island. II. 1865.
Hosius, Beiträge zur Geognosie Westfalens. 1869.
G. Gore, On hydrofluoric Acid. 1869.
A. P. de Borre, Description d'une nouvelle espèce de caïman. 1869.
— — Description de la Dermatemys Mavii. 1869.
— — Description d'une nouvelle espèce de Varan. 1870.
— — Considérations sur la famille des Cicindélètes. 1871.
A. Le Jolis, De l'influence chimique des terrains sur la dispersion des plantes. 1860.
H. Kinkelin, Die Elemente der Lebensversicherungsrechnung. 1869.
J. Siegfried, Die Berg- und Flussgebiete der Schweiz. 1869.
C. Th. von Siebold, Ueber Parthogenesis bei Polistes gallica. 1869.
L. H. Jeitteles, Ueber Erdbeben. 1860.
— — Bericht über das Erdbeben am 15. Januar 1858 in den Karpathen. 1859.
— — Geschichte der Erdbeben in den Karpathen. 1860.

L. H. Jeitteles, Prodromus Faunæ Vertebratorum Hungariæ superioris. 1862.
— — Ueber einige seltene Säugethiere des südlichen Deutschlands. 1867.
— — Die Fische der March. I. II. 1863—64.
G. Schönberg, Der Eisenbahn-Differentialtarif. 1867.
— — Die Landwirthschaft und das Genossenschaftswesen. 1868. 1869.
F. Sandberger, Geolog. Skizze des badischen Landes. 1870.
A. Garbiglietti, Anomalia dell' Osso jugale 1866.
— — Catalogus Hemipterorum. Italiæ. 1869.
— — Verschiedene Anzeigen. 1866—69.
— — e A. Moriggia, Sul seme del Solanum Lycopersicum. 1868.
— — — — Descrizione di un Celosimo dirino. 1870.
G. Canestrini e P. Pavesi, Araneidi Italiani. 1869.
C. Stœlker, Bibliographia ornithologica helvetica. 1869.
M. Curtze, Die mathem. Schriften des Nicole Oresme. 1870.
A. Frauenholz, Die Sonne und ihre Achsendrehung. 1870.
— — Die Sonnenflecken. 1870.
G. Bellucci, Sull' Ozono. 1869.
C. A. Aeby, Die unorganische Metamorphose der Knochensubstanz. 1870.
— — Unveränderlichkeit der organ. Knochensubstanz. 1871.
J. A. Lapham, Geolog. Map of Wisconsin. 1869.
G. Hinrichs, On the Spectra of the Elements. 1866.
— — Contributions to Molecular Science. 1—4. 1868—70.

G. Hinrichs, Atomechanik. 1867.
— — Principles of pure Crystallography. 1871.
— — The American Scientific Monthly. Jul. bis Dec. 1870.
— — and W. P. Butler, Report on Building Stone. 1871.
J. M. Toner, Medical Register of Columbia. 1867.
— — Anniversary oration. 1869.
Th. Zschokke, Witterungsbeobachtungen in Aarau. Jun. 1857 bis Dec. 1865.
E. A. Gouzy, Monatsmittel der meteorol. Beobacht. in Aarau. Dec. 1867 bis Nov. 1868.
C. Bender, Die chemische Prüfung der Cemente. I. II. 1870.
— — Wirkung der Magnesia bei der Erhärtung der Kalk-Thonerdesilicate. 1870.
— — Hydrate des Magnesiachlorids. 1870.
Ed. Schær, Zur Chemie des Blutes und der Fermente. 1871.
— — Beiträge zur Kenntniss der Lösungen. 1872.
M. Stransky, Molekularbewegung. I. II. 1870. 1871.
H. Lambotte, Sur le corps thyroide. 1870.
E. T. Cox, Report on the Geological Survey of Indiana. 1869.
L. W. Schaufuss, Das Gräberfeld bei Gauernitz. 1871.
J. B. Jack, Die Lebermoose Badens. 1870.
E. Pierotti, Animaux de la Palèstine. 1869.
G. Tschermak, Mineralog. Mittheilungen. 1871. 1872.
F. L. Beck, Ueber die Naturkräfte, welche neben der Gravitation die Bewegung der Himmelskörper vermitteln. 1872.
L. Piré, Sur le Planorbis complanatus. 1871.
H. Baumgärtner, Die Entstehung des Menschengeschlechts. Die kosmische Zelle. 1870. 1871.

W. Mann, Linn-Base Decimal-System. 1871.
C. Grad, Glaciers temporaires des Vosges. 1871.
— — Recherches de Gerard sur la faune de l'Alsace. 1871.
H. Struve, Pyrogallussäure. 1872.
F. V. Hayden, Geol. Survey of Montana. 1872.
E. Young, Report on Immigration. 1872.
Ch. Mayer, Tableau synchronistique des terrains crétacés. 1872.
Earl of Eneskillen, Catalogue of fossil Fishes in the Collection of M. G. Egerton and Eniskillen. 1869.
W. Davis, Squaloraya macrospondyla. 1872.
Des Cloiseaux, Amblygonite et Montrébasite. 1872.
G. von Frauenfeld, Zoologische Miscellen. VII—XVI. 1866—69.
— — Ein Besuch im Böhmerwalde. 1866.
— — Ueber die Rapswespe. 1866.
— — Berichte über die landwirthschaftlichen Insektenschäden. 1866.
— — Beiträge zur Fauna der Nikobaren. I—III. 1867—69.
— — Zerstörer der Baumwollenkapseln in Egypten. 1867. II. 1868.
— — Ueber einen in Stein eingeschlossenen Salamander. 1867.
— — Verwüstungen des Rapsglanz-Käfers. 1867.
— — Ueber die Drehkrankheit bei Gemsen. 1868.
— — Schmetterlings-Selbstfänger. 1868.
— — Ueber Pflanzenverwüster. 1869.
— — Ueber Psyllen. 1869.
— — Artennamen von Aphanapterix. 1869.

G. von Frauenfeld, Vertilgung des Rapskäfers. 1870.
— — Ausflug an den Plattensee. 1870.
— — Ueber den Werth der Vögel. 1870.
— — Die ausgestorbenen Thiere der jüngsten Erdperiode. 1870.
— — Vogelschutz. 1871.
— — Wirbelthiere Nieder-Oestreichs. 1871.
— — Pflege der Jungen bei Thieren. 1871.

Verzeichniss der Mitglieder

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Basel

im Jahr 1873.

Ehrenmitglieder.

Herr *Nic. Fuss*, Prof. der Mathem. in Petersburg (1843).
„ *H. F. Kuhlmann* in Lille (1865).
„ *Ed. Rüpell*, Med. Dr., von Basel (1851).
„ *Max Pettenkofer*, Prof. in München (1860).
„ *H. Sainte-Claire-Deville*, Akademiker in Paris (1865).
„ *C. H. Schattenmann* in Buxwiller (1851).
„ *Charles Wheatstone*, Prof. in London (1839).

Correspondirende Mitglieder.

Herr *Chr. Aebi*, Prof. in Bern (1858).
„ *L. Agassiz*, Prof. in Cambridge, Ver. St. (1836).
„ *Emil De-Bary-Schlumberger* in Gebweiler (1867).
„ *M. Bider*, Med. Dr. in Langenbruck (1839).
„ *Rein. Blum*, Prof. in Heidelberg (1864).
„ *Charles Bovet* in Fleurier, Ct. Neuchâtel (1840).

Herr *Alex. Braun*, Prof. in Berlin (1836).
„ *Ad. Brongniart*, Prof. am Jardin des Plantes in Paris (1836).
„ *Karl Bruch*, Prof. (1850).
„ *C. H. Buff*, Prof. in Giessen (1830).
„ *Ed. Cornaz*, Med. Dr. in Neuchâtel (1856).
„ *Louis Coulon*, Dir. des Museums in Neuchâtel (1856).
„ *James D. Dana*, Prof. in Newhaven (1860).
„ *A. Daubrée*, Prof. am Jardin des Plantes in Paris (1861).
„ *Aug. de la Rive*, Prof. in Genf (1836).
„ *Adolphe Delessert* in Paris (1839).
„ *A. Des Cloizeaux*, Prof. in Paris (1864).
„ *Ed. Desor*, Prof. in Neuchâtel (1856).
„ *Dettwyler*, Med. Dr. in Hellertown, Ver. St. (1836).
„ *L. Dufour*, Prof. in Lausanne (1867).
„ *Alex. Ecker*, Prof. in Freiburg i. B. (1844).
„ *Aug. Wilh. Eichler*, Dr. in München (1866).
„ *Carl Euler* in Bom Valle, Brasilien (1865).
„ *J. G. Fischer*, Dr. in Hamburg (1852).
„ *Georg Ritter* von Frauenfeld, in Wien (1865).
„ *F. Frey-Herosé*, Alt-Bundesrath, in Bern (1835).
„ *Alphonse Gacogne* in Lyon (1854).
„ *J. P. Gassiot*, Esq. in London (1839).
„ *W. R. Grove* in London (1839).
„ *Güntert*, Prof. in Rheinfelden (1867).
„ *C. F. Gurlt*, Professor in Berlin (1838).
„ *Rud. Häusler*, Med. Dr. in Lenzburg (1851).
„ *James Hall*, Staatsgeolog in New-York (1860).
„ *O. Heer*, Prof. in Zürich (1867).
„ *James Pusc. Joule* in Manchester (1860).
„ *Carles A. Joy*, Prof. in New-York (1865).
„ *L. H. Jeitteles*, Prof. in Salzburg (1870).
„ *E. Im Thurm*, Med. Dr. in Schaffhausen (1837).
„ *Kerner*, Ph. Dr. in Frankfurt a. M. (1858).

Herr *Adolf Krayer* in Basel (1864).
„ *F. Lang*, Prof. in Solothurn (1867).
„ *Louis Lortet*, Dir. in Lyon (1872).
„ *C. J. Löwig*, Prof. in Breslau (1838).
„ *J. J. Matt*, Med. Dr. in Bubendorf (1839).
„ *J. B. Melson*, Dr. in Birmingham (1839).
„ *Jul. Rob. Mayer*, Phil. Dr. in Heilbronn (1858).
„ *Philipp Meyer*, Militär-Apotheker in Batavia (1841).
„ *K. Fr. Mohr*, Prof. in Bonn (1839).
„ *Mowatt*, Med. Dr. in England (1830).
„ *Müller*, Apotheker in Rheinfelden (1867).
„ *Albert Müller* von Basel in London (1868).
„ *E. Mulsant*, Bibliothekar der Stadt Lyon (1851).
„ *Alexis Perrey*, Prof. in Dijon (1842).
„ *Theodor Plieninger*, Prof. in Stuttgart (1838).
„ *Paul Reinsch*, Lehrer in Zweibrücken (1862).
„ *J. Roeper*, Prof. in Rostock (1826).
„ *Friedr. Ryhiner*, Med. Dr. in Nord-Amerika (1830).
„ *Fridolin Sandberger*, Prof. in Würzburg (1868).
„ *Dan. Schenkel*, Prof. in Heidelberg (1839).
„ *A. Scheurer-Kestner*, Chemiker in Thann (1866).
„ *W. P. Schimper*, Prof. in Strassburg (1861)
„ *H. Schlegel*, Dr., Director etc. in Leiden (1842).
„ *Schröter*, Pfarrer in Rheinfelden (1867).
„ *A. Schrötter*, Prof. in Wien (1853).
„ *von Seckendorff* (1838).
„ *J. R. Schuttleworth*, Esq. in Bern (1836).
„ *C. Th. von Siebold*, Prof. in München (1846).
„ *J. Siegfried*, Quästor der schweiz. naturf. Gesellschaft, in Zürich (1867).
„ *Herm. Stannius*, Prof. in Rostock (1846).
„ *Bernh. Studer*, Prof. in Bern (1835).
„ *A. Tschudy*, Dr., von Glarus (1839).
„ *G. Wiedemann*, Prof. in Leipzig (1854).

Herr *R. Wolf*, Prof. in Zürich (1867).
„ *Heinrich Wydler*, Med. Dr. in Bern (1830).
„ *Zimmer*, Fabrikant in Frankfurt a. M. (1858).

Ordentliche Mitglieder.

Herr *Sigmund Alioth*, Med. Dr. (1844).
„ *G. A. Bargherr* (1871).
„ *F. Becker*, Lehrer an der Gewerbeschule (1853).
„ *Franz Bernoulli*, Apotheker (1868).
„ *Joh. Bernoulli*, zur goldenen Münz (1856).
„ *J. J. Bernoulli-Werthemann*, Ph. Dr. (1826).
„ *Wilh. Bernoulli*, Med. Dr. (1862).
„ *Bischoff-Burckhardt*, Prof. (1868).
„ *A. Bischoff-Ehinger* (1841).
„ *Ed. Bischoff* (1855).
„ *Böckmann*, Ph. Dr., Chem. (1871).
„ *M. Bölger-Hindermann* (1839).
„ *Karl Breiting*, Med. Dr. (1869).
„ *F. Brenner*, Med. Dr. u. Prof. (1830).
„ *Carl Bulacher*, Ph. Dr. (1852).
„ *Albert Burckhardt*, Med. Dr. (1868).
„ *Aug. Burckhardt*, Med. Dr. (1834).
„ *Chr. Burckhardt*, Med. Dr., App.-Rath (1834).
„ *Dan. Burckhardt-Forcart* (1849).
„ *Daniel Burckhardt-Thurneysen* (1863).
„ *Friedr. Burckhardt*, Phil. Dr., Prof. (1853).
„ *Gottl. Burckhardt-Alioth* (1863).
„ *Gottl. Burckhardt-Heusler*, Med. Dr. (1868).
„ *Hier. Burckhardt-Iselin*, Stadtrath (1838).
„ *J. J. Burckhardt*, J. U. D., Alt-Bürgermeister (1838).
„ *Ludw. Burckhardt-Forcart* (1858).
„ *Karl Felix Burckhardt*, J. U. D., Bürgermstr. (1867).

Herr *Ludw. Burckhardt-Schönauer* (1847).
„ *Mart. Burckhardt*, Med. Dr. (1847).
„ *Rud. Burckhardt-Burckhardt*, Med. Dr. (1839).
„ *Rud. Burckhardt*, J. U. D., App.-Rath (1862).
„ *Wilh. Burckhardt-Forcart* (1840).
„ *Herm. Christ*, J. U. D. (1857).
„ *Felix Cornu*, Chem. (1868).
„ *De Goumois-Lichtenhan* (1857).
„ *K. J. Doswald* (1862).
„ *Dan. Ecklin*, Med. Dr. (1856).
„ *Fischer-Dietschy*, Med. Dr. (1868).
„ *R. Forcart-v.Gentschik* (1858).
„ *Albert Fürstenberger-Ryhiner* (1869).
„ *Georg Fürstenberger* (1867).
„ *F. Geiger*, Ph. Dr., Apotheker (1862).
„ *J. Gerber-Keller* (1866).
„ *V. Gilliéron*, Lehrer (1866).
„ *C. F. Göttisheim*, Ph. Dr., Rathschreiber (1863).
„ *F. Goppelsröder*, Prof. (1859).
„ *Conr. Grüninger*, Ph. Dr., Lehrer (1863).
„ *H. Gruner-His*, Ingenieur (1860).
„ *C. Herm. Haagen*, Med. Dr. (1861).
„ *Ad. Hägler*, Med. Dr. (1863).
„ *Mich. Hämmerlin* (1840).
„ *Ed. Hagenbach-Bischoff*, Prof. (1855).
„ *Ed. Hagenbach-Burkhardt*, Med. Dr. u. Prof. (1867).
„ *Fried. Hagenbach*, Stadtrath (1829).
„ *Conr. Heer*, Telegraphist (1867).
„ *Wilh. Heusler-VonderMühll*, Stadtrath (1872).
„ *Wilh. His*, Prof. (1854).
„ *Ed. Hoffmann*, Chemiker (1864).
„ *K. E. E. Hoffmann*, Prof. (1863).
„ *Th. Hoffmann-Merian* (1863).
„ *J. Hoppe*, Prof. (1852).

Herr *Aug. Jenny*, Lehrer (1862).
„ *Herm. Immermann*, Prof. (1871).
„ *H. Iselin*, Med. Dr. (1833).
„ *J. Iselin-Burckhardt* (1817).
„ *Herm. Kinkelin*, Prof. (1860).
„ *S. G. Koller*, Ingenieur (1861).
„ *Alfred Kümmerlen*, Apotheker (1862).
„ *Theod. Kündig*, Ph. Dr. (1861).
„ *Alb. Lotz*, Med. Dr. (1867).
„ *Lotz-Holzach*, Rathsherr (1867).
„ *C. Friedr. Meissner*, Prof. (1828).
„ *Markus Meissner*, Apotheker (1863).
„ *Heinr. Merian-VonderMühll* (1843).
„ *P. Merian*, Prof. (1819).
„ *Rud. Merian-Iselin*, Rathsherr (1844).
„ *F. Miescher*, Prof. (1837).
„ *F. Miescher, Sohn*, Prof. (1870).
„ *Albr. Müller*, Prof. (1846).
„ *F. Müller*, Med. Dr., Rathsherr (1856).
„ *J. J. Müller-Pack* (1862).
„ *Chr. Münch*, Alt-Pfarrer (1835).
„ *Wilh. Münch*, Med. Dr. (1853).
„ *L. Oswald-Hoffmann* (1839).
„ *Em. Passavant-Bachofen* (1841).
„ *Em. Passavant-Allemandi* (1869).
„ *Jules Piccard*, Prof. (1870).
„ *Nathanael Plüss*, Lehrer (1871).
„ *Em. Raillard*, Med. Dr. (1830).
„ *G. H. K. Rauch*, Apotheker (1855).
„ *K. Respinger* (1843).
„ *Riggenbach-Stehlin* (1867).
„ *D. P. Rittmann*, Zahnarzt (1864).
„ *A. Rosenburger*, Med. Dr. (1864).
„ *B. Rumpf*, Med. Dr. (1855).

Herr *L. Rütimeyer*, Prof. (1855).
„ *Gerold Rütimeyer*, Lehrer (1867).
„ *F. Schaffner*, Ingenieur (1864).
„ *H. Schiess*, Med. Dr., Prof. (1864).
„ *Joh. Schmidhauser*, Lehrer (1867).
„ *Werner Schmidt*, Ph. Dr. (1865).
„ *Walter Schmidt* (1869).
„ *Ferd. Schneider*, Apotheker (1865).
„ *Theod. Schneider*, Med. Dr. (1868).
„ *S. Schwendener*, Prof. (1867).
„ *Aug. Socin*, Prof. (1864).
„ *Alfr. Stæhelin*, Med. Dr. (1864).
„ *Aug. Stæhelin-Brunner* (1837).
„ *Ben. Stæhelin-Bischoff* (1836).
„ *Emil Stæhelin*, Med. Dr. (1841).
„ *J. J. Stæhelin*, Prof. (1830).
„ *J. J. Stehlin*, Alt-Bürgermeister (1838).
„ *K. Steffensen*, Prof. (1864).
„ *J. Sulger-Heusler* (1840).
„ *Hans Sulger*, Ingen. (1870).
„ *Rud. Sulger* (1842).
„ *E. Thurneysen-Paravicini* (1840).
„ *Carl Vischer-Merian* (1843).
„ *Wilh. Vischer*, Prof. Rathsherr (1838).
„ *Hier. Vest*, S. M. C. (1864).
„ *K. VonderMühll-Merian*, App.-Rath (1856).
„ *Karl VonderMühll*, Ph. Dr. (1867).
„ *Andr. Werthemann* (1834).
„ *L. De Wette*, Med. Dr. (1838).
„ *E. Wybert*, Med. Dr. (1838).
„ *Ed. Zahn-Rognon* (1864).

Beamte

vom 1. Juli 1872 bis 1. Juli 1874.

Präsident:	Herr	Prof. *L. Rütimeyer.*
Vice-Präsident:	„	Prof. *S. Schwendener.*
Secretär:	„	Prof. *Alb. Müller.*
Vice-Secretär:	„	Med. Dr. *Alb. Lotz.*

